

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

MARIA CECÍLIA DOSKA

**NITROGÊNIO UREICO NO LEITE E SEU IMPACTO NA  
PRODUÇÃO E REPRODUÇÃO DE REBANHOS LEITEIROS DO  
PARANÁ**

CURITIBA  
2010

MARIA CECÍLIA DOSKA

**NITROGÊNIO UREICO NO LEITE E SEU IMPACTO NA  
PRODUÇÃO E REPRODUÇÃO DE REBANHOS LEITEIROS DO  
PARANÁ DE REBANHOS LEITEIROS**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós Graduação em Ciências Veterinárias, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências Veterinárias.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo de Almeida  
Co-orientadores: Prof. Dr. Paulo Rossi Junior  
e Prof. Dr. José Antônio de Freitas

CURITIBA  
2010

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS



PARECER

A Comissão Examinadora da Defesa da Dissertação intitulada “**NITROGÊNIO UREICO NO LEITE E REPRODUÇÃO DE VACAS LEITEIRAS DO PARANÁ**” apresentada pela Mestranda MARIA CECÍLIA DOSKA declara ante os méritos demonstrados pela Candidata, e de acordo com o Art. 79 da Resolução nº 65/09–CEPE/UFPR, que considerou a candidata APTA para receber o Título de Mestre em Ciências Veterinárias, na Área de Concentração em Ciências Veterinárias.

Curitiba, 17 de dezembro de 2010

Professor Dr. Rodrigo de Almeida  
Presidente/Orientador

Professor Dr. Paulo Rossi Junior  
Membro

Professor Dr. Marcos Neves Pereira  
Membro

## DEDICATÓRIA

*À Deus, minha família, amigos, colegas de trabalho e orientadores pelo apoio, força, incentivo, companheirismo e amizade. Sem eles nada disso seria possível. Dedico este trabalho com a mais profunda gratidão e respeito.*

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, que todos os dias de minha vida me deu forças para nunca desistir.

Aos meus pais, Lulo e Simonete e meus irmãos, Mari e Cesar, cunhados e sobrinhos, que sempre me incentivaram e apoiaram nessa jornada.

Aos meus queridos amigos e primos que sempre torceram pelas minhas conquistas, em especial, a conclusão deste mestrado.

Ao orientador e Professor Dr. Rodrigo de Almeida, pelo apoio, amizade, paciência e ensinamentos transmitidos e por me dar um grande voto de confiança ao aceitar minha orientação no mestrado.

Ao amigo e Professor Dr. Paulo Rossi Junior, pela indicação ao mestrado e co-orientação deste projeto, amizade, apoio e confiança e por acreditar em minha capacidade de trabalho.

Ao Professor Dr. José Antônio de Freitas pela co-orientação desta dissertação e conhecimentos transmitidos.

Aos demais professores do Curso de Pós Graduação em Ciências Veterinárias da Universidade Federal do Paraná, pelos ensinamentos e disposição em sempre ajudar.

A Associação Paranaense de Criadores de Bovinos da Raça Holandesa por ceder o banco de dados do Programa de Análise de Rebanhos Leiteiros do Paraná, sem o qual não seria possível a execução deste trabalho.

Ao José Augusto Horst, técnico da Associação Paranaense de Criadores de Bovinos da Raça Holandesa pelas ajudas e esclarecimentos durante o desenvolvimento do projeto.

Aos amigos e colegas de mestrado que fiz durante esta trajetória, e que dividiram comigo suas experiências nesses dois anos de mestrado.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a conclusão desta pesquisa.

A CAPES, pela concessão da bolsa de pós-graduação.

*“Um ladrão rouba um tesouro, mas não furta a inteligência. Uma crise destrói uma herança, mas não uma profissão. Não importa se você não tem dinheiro, você é uma pessoa rica, pois possui o maior de todos os capitais: a sua inteligência. Invista nela. Estude!”*

*Augusto Cury*

## RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar fatores determinantes do teor de nitrogênio ureico no leite (NUL) em vacas leiteiras e seu relacionamento com a eficiência reprodutiva. O primeiro estudo avaliou a associação entre NUL e a produção de leite, teores de gordura e proteína, estação do ano, idade da vaca ao parto e estágio da lactação. Foram utilizados 118.796 controles mensais de 14.125 vacas leiteiras Holandesas, em controle leiteiro oficial da Associação Paranaense de Criadores de Bovinos Leiteiros da Raça Holandesa, no período de janeiro de 2007 a maio de 2010. A significância dos efeitos fixos e das covariáveis incluídos no modelo foi determinada pelo modelo de regressão linear multivariável do procedimento MIXED do SAS (2002). Vacas leiteiras de alta produção apresentam maiores valores de uréia no leite (média de 15,71 mg/dL) e vários fatores ambientais tais como produção de leite, estação do ano, idade da vaca e estágio da lactação podem contribuir na redução deste indicador da eficiência de utilização de dietas. O segundo estudo avaliou o relacionamento entre NUL e a fertilidade de vacas leiteiras. Foram utilizados 16.579 controles leiteiros mensais de 2.145 vacas Holandesas. A significância dos efeitos fixos de rebanho, ordem de lactação, estação do parto, quartil das concentrações máximas de NUL antes da concepção e da covariável pico de produção de leite na variável dependente intervalo parto-concepção foi determinada pela metodologia de modelos lineares generalizados do procedimento GENMOD do SAS (2002). Concluímos que a variação no intervalo parto-concepção está mais associada com os níveis máximos de NUL antes da concepção ( $18,10 \pm 3,57$  mg/dL) e que fatores como ordem de lactação, rebanho e estação do parto podem influenciar o intervalo parto-concepção.

palavras chave: bovino de leite, nutrição, uréia no leite, fertilidade, proteína

## **ABSTRACT**

Two studies were conducted to assess the impact of levels of milk urea nitrogen production over the variables (milk yield, fat and protein) and reproductive (open days) of dairy cattle. The first, characterize the association between MUN and non-nutritional factors such as milk yield, fat and protein, season, calving age and lactation stage in dairy cows in Parana State. 118,796 monthly controls were analyzed of 14,125 Holstein dairy cows in milk recording officer. The significance of fixed effects and covariates included in the model was determined by Multivariate mixed model methodology. The results showed that high producing dairy cows have higher levels milk urea and various environmental factors may contribute to reducing this indicator of efficiency of utilization of diets. The second study associate the levels of MUN with fertility in dairy cattle in Parana State. Were analyzed 16,579 monthly milk of 2145 dairy cows in control officer. The significance of fixed effects and the covariate included in the model was determined by generalized linear model methodology. Were conclude that the variation in the open days is more associated with the highest levels of MUN before conception and that factors such as lactation order, herd and calving season can influence the open days.

Keywords: dairy cattle, nutrition, milk urea, fertility, protein



## LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURA 3.1.</b> CONCENTRAÇÕES MÉDIAS DE NUL (mg/dL) E ERRO PADRÃO MÉDIO (EPM) PARA VACAS DE ALTA ( $\geq 36$ kg/dia), MÉDIA ( $\geq 27$ e $< 36$ kg/dia) E BAIXA ( $< 27$ kg/dia) PRODUÇÕES DE LEITE CORRIGIDAS PARA 3,5% DE GORDURA .....	28
<b>FIGURA 3.2.</b> RELAÇÃO ENTRE IDADE AO PARTO (MESES) E CONCENTRAÇÃO DE NUL .....	30
<b>FIGURA 3.3.</b> CONCENTRAÇÕES MÉDIAS DE NUL (mg/dL) E ERRO PADRÃO MÉDIO (EPM) PARA AS DIFERENTES ESTAÇÕES DO ANO .....	31
<b>FIGURA 3.4.</b> RELAÇÃO ENTRE DIAS EM LEITE (DEL) E CONCENTRAÇÃO DE NUL .....	32
<b>FIGURA 4.1.</b> EFEITO DE ORDEM DE LACTAÇÃO NA VARIÁVEL DEPENDENTE INTERVALO PARTO-CONCEPÇÃO .....	45
<b>FIGURA 4.2.</b> EFEITO DE ESTAÇÃO DO PARTO NA VARIÁVEL DEPENDENTE INTERVALO PARTO-CONCEPÇÃO .....	46
<b>FIGURA 4.3.</b> EFEITO DE QUARTIL NUL MÁXIMO ANTES DA CONCEPÇÃO NA VARIÁVEL DEPENDENTE INTERVALO PARTO-CONCEPÇÃO .....	47

## **LISTA DE TABELAS**

**TABELA 3.1.** ANÁLISE DESCRITIVA DAS VARIÁVEIS ESTUDADAS ..... 27

**TABELA 4.1** ANÁLISE DESCRITIVA DAS VARIÁVEIS ESTUDADAS ..... 42

## SUMÁRIO

<b>1 - INTRODUÇÃO GERAL .....</b>	<b>1</b>
 <b>2 - REVISÃO DE LITERATURA</b>	
2.1 Metabolismo de proteína .....	3
2.2 Origem do nitrogênio ureico no plasma.....	5
2.3 Origem do nitrogênio úrico no leite .....	6
2.4 Fatores que afetam as concentrações de nitrogênio ureico no leite (NUL) ..	7
2.5 Nitrogênio ureico no leite associado à reprodução.....	9
2.6 Uréia e meio ambiente .....	12
2.7 Uréia e custos com dieta .....	14
REFERÊNCIAS .....	15
 <b>3 – CAPÍTULO 1: FONTES DE VARIAÇÃO NO NITROGÊNIO UREICO NO LEITE DE VACAS LEITEIRAS NO ESTADO DO PARANÁ</b>	
RESUMO.....	22
3.1. INTRODUÇÃO .....	24
3.2. MATERIAL E MÉTODOS .....	25
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	26
3.4. CONCLUSÕES .....	33
3.5. REFERÊNCIAS .....	34
 <b>4 – CAPÍTULO 2: NITROGÊNIO UREICO NO LEITE E INTERVALO PARTO-CONCEPÇÃO EM VACAS LEITEIRAS NO PARANÁ</b>	
RESUMO.....	37
4.1. INTRODUÇÃO .....	39
4.2. MATERIAL E MÉTODOS .....	40
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	41
4.4. CONCLUSÕES .....	48
4.5. REFERÊNCIAS .....	49
 <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>52</b>

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

Para atender a exigência nutricional de vacas de alta produção é necessário a formulação de dietas adequadamente balanceadas (NRC, 2001). A alimentação de um rebanho bovino pode representar até 70% do custo da produção, e como o aumento na produção é imposta pelos imperativos econômicos, deve-se utilizar uma alimentação adequada e de qualidade, principalmente em proteína, pois este nutriente é um importante componente da dieta de vacas leiteiras, além de ser o mais dispendioso. Para reduzir os custos com a alimentação, deve-se maximizar o uso da proteína dietética, bem como utilizar um bom balanceamento entre as frações de proteína e carboidrato desta dieta. Assim como a deficiência, o excesso de proteína na dieta também causa impacto sobre a atividade leiteira.

Durante a lactação aumenta-se o consumo de proteína em função da elevada produção diária, elevando as concentrações de uréia no sangue e, conseqüentemente, no leite. Devido a isso, o nível de nitrogênio ureico no leite (NUL) vem sendo proposto como um indicador para o acompanhamento da nutrição protéica de vacas em lactação, uma vez que apresenta boa correlação com a concentração de nitrogênio ureico no plasma (NUP) e no sangue (NUS). Como as amostras são coletadas de forma não invasiva e direta, por meio de amostragem de leite durante as ordenhas, os níveis de NUL tornaram-se um indicador simples, rápido e barato de monitorar o metabolismo protéico de vacas em lactação, servindo como uma ferramenta auxiliar no ajuste de dietas de vacas leiteiras.

Porém, para interpretar corretamente esses valores de nitrogênio ureico no leite e utilizá-los adequadamente, é importante levar em consideração, além da dieta do animal, outros fatores não nutricionais como produção de leite, idade da vaca, estágio de lactação, estação do ano, grupamentos raciais e componentes sólidos do leite, pois estes podem influenciar os níveis de uréia no leite.

O excesso de proteína na dieta acarreta perdas tanto na produtividade quanto na reprodução das vacas, além de maior liberação de nitrogênio nas fezes e na urina ao meio ambiente, podendo trazer contaminação aos solos e

lençóis freáticos. Em contrapartida, quantidades insuficientes também podem causar prejuízos à fertilidade e à produção de leite.

Altas concentrações de NUP, refletidas pelo NUL, podem estar correlacionadas com menor fertilidade de vacas leiteiras, devido a sua influência no pH uterino, por comprometer seriamente o desenvolvimento embrionário, e ainda por alterar as secreções uterinas, sendo assim, influenciando negativamente as taxas de prenhez dos rebanhos.

Portanto, o objetivo deste estudo foi o de determinar o efeito de fatores não nutricionais sobre o teor de NUL e avaliar o relacionamento entre NUL e a fertilidade em vacas leiteiras no estado do Paraná.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 Metabolismo de proteína

A digestão ruminal e a síntese microbiana têm considerável impacto na nutrição e alimentação de ruminantes (FIRKINS et al., 1998). A produção microbiana é dependente das complexas inter-relações que ocorrem no rúmen envolvendo as diversas espécies de microorganismos, disponibilidade de carboidratos, nitrogênio e seu metabolismo (Bach et al., 2005).

Através da microbiota do rúmen ocorre a degradação da proteína, que produz a amônia, que é utilizada na síntese de proteína microbiana, sendo as bactérias os principais microorganismos envolvidos com a degradação protéica (BRODERICK et al., 1991; BUTLER, 1998). Conforme o NRC (2001) e SANTOS (1996), a proteína microbiana é a principal fonte de aminoácidos para o intestino delgado, e assim, de proteína metabolizável para a síntese de leite. Dentre as fontes de proteínas utilizadas pelos bovinos, é a que apresenta o perfil de aminoácidos (AAs) mais semelhante ao perfil presente no leite e nos músculos, ou seja, o perfil de AAs que são requeridos pelos animais.

Conforme WESTWOOD et al. (1998), as variações nas fontes de proteína e no conteúdo de energia dos alimentos têm grande influência na síntese de proteína microbiana e na fração de proteína não degradável no rúmen que chega ao intestino. Estes fatores também alteram o perfil de aminoácidos disponíveis após a digestão no duodeno, influenciando a produção de leite e a fertilidade dos ruminantes.

A proteína bruta das dietas dos animais poligástricos pode ser subdividida em proteína degradável no rúmen (PDR) e proteína não degradável no rúmen (PNDR), popularmente conhecida como proteína “by-pass” (VAN SOEST, 1994). A PDR é composta de nitrogênio-não protéico (NNP) e proteína verdadeira. Esta última é degradada a peptídeos e aminoácidos (AAs) que são eventualmente deaminados em nitrogênio (N) e amônia (NH<sub>3</sub>) e incorporados à proteína microbiana ou degradados pelos microorganismos ruminais produzindo ácidos graxos voláteis de cadeia ramificada (em caso de excesso de proteína na dieta). O NNP é composto de uréia, biureto, ácido úrico, purinas e pirimidinas, glicosídeos nitrogenados, alcalóides, sais de amônia e nitratos.

Tanto os AAs, quanto o NNP pode ser convertido a  $\text{NH}_3$  pelos microrganismos ruminais (SALAZAR et al., 2008).

Diversos fatores influenciam a utilização do nitrogênio pelo ruminante, entre eles, a relação proteína:energia da dieta. Segundo HAMMOND (1997) a síntese de proteína microbiana só é maximizada quando a relação entre energia disponível e proteína for otimizada. Quando a dieta fornece energia fermentável limitante ou proteína bruta em excesso ou ainda, proteína altamente degradável em grande quantidade poderá ocorrer uma produção excedente de  $\text{NH}_3$ . NOCEK & RUSSEL (1988) afirmaram que, se a taxa de degradação de proteína exceder a de fermentação dos carboidratos, grande quantidade de compostos nitrogenados pode ser perdida na urina, como por exemplo, a uréia. Por outro lado, se a taxa de fermentação de carboidratos for maior que a taxa de degradação de proteína, ocorrerá redução na produção de proteína microbiana.

Nem toda a amônia produzida no rúmen é utilizada para formação de proteína bacteriana. O excesso é absorvido pela parede do rúmen, entra na corrente sanguínea e é transportado para o fígado, onde é convertida em uréia conhecido este processo por ciclo da uréia (RAJALA-SHULTZ & SAVILLE, 2003).

A uréia sintetizada pelo fígado é lançada no sangue e pode seguir diferentes destinos: retornar ao rúmen via saliva, ou pela própria parede do rúmen, ou poderá ainda ser excretada na urina por meio de filtração renal. Quando a uréia retorna ao rúmen ela é convertida novamente em  $\text{NH}_3$  e pode ser utilizada como fonte de nitrogênio pelas bactérias (VAN SOEST, 1994; BACH et al., 2005; VALADARES, 2002). A uréia ainda pode-se difundir para outros líquidos biológicos, incluindo o leite e secreções do endométrio, graças ao seu baixo peso molecular e à sua alta permeabilidade através das membranas celulares (BUTLER, 1998; FERGUNSON, 2001 e YOUNG, 2001). Outra fonte de uréia é oriunda da deaminação e catabolismo de aminoácidos não utilizados na formação do leite que ocorre no fígado. Esses aminoácidos são derivados da PNDR e das reservas do organismo, através do catabolismo protéico (BUTLER, 2008).

## 2.2 Origem do nitrogênio ureico no plasma

O nitrogênio uréico plasmático é oriundo do nitrogênio amoniacal absorvido pela parede ruminal e do nitrogênio amoniacal proveniente da deaminação de aminoácidos, sejam eles, oriundos da absorção pelo trato digestivo ou da mobilização dos tecidos corporais e que não foram utilizados pelo animal (DIJKSTRA et al., 1998). ROSELER et al. (1993) afirmaram que o nitrogênio oriundo da degradação protéica no rúmen é o principal contribuinte para a uréia plasmática.

A difusão da amônia pelas membranas lipídicas celulares, tal como a parede ruminal, ocorre somente na forma não-ionizada ( $\text{NH}_3$ ). Uma vez que o  $\text{pK}_a$  da amônia é igual a 9,25 e o pH ruminal entre 6,0-6,8, a principal forma em que a amônia é encontrada no rúmen é como íon amônio ( $\text{NH}_4^+$ ). Portanto, além das concentrações ruminais de amônia, sua absorção pela parede do rúmen também é influenciada pelo pH ruminal e por todos fatores que afetam esse parâmetro (SWENSON & REECE, 1993).

A elevação do pH favorece a maior proporção da forma ionizada ou livre ( $\text{NH}_3$ ) sobre a forma não ionizada ( $\text{NH}_4^+$ ) (VISEK, 1979). A microbiota ruminal possui um limiar para a utilização de  $\text{NH}_4^+$ , e, quando este é excedido, ocorre o acúmulo do mesmo no rúmen, fato que irá alcalinizar o pH ruminal e estimular a atividade de urease bacteriana, causando a produção excessiva de  $\text{NH}_4^+$  (MOORE E VARGA 1996). Em razão da alcalinização do ambiente ruminal, há a maior conversão de  $\text{NH}_4^+$  em  $\text{NH}_3$ , que é lipossolúvel e absorvida facilmente pela parede ruminal (HUNTINGTON & ARQUIBEQUE, 1999).

Embora mais correlacionadas com o teor de proteína degradável na dieta, as concentrações de nitrogênio uréico sangüíneo também são correlacionadas com o teor de proteína não-degradável na dieta (ROSELER et al., 1993). Conforme estes mesmos autores, maiores concentrações plasmáticas de nitrogênio uréico também são esperadas em condições de intenso catabolismo protéico desencadeado por balanço energético negativo em início de lactação, deficiência protéica ou subnutrição. Cerca de 11 a 15 kg de proteína corpórea podem ser mobilizados durante os primeiros 60 dias de lactação (NRC, 1989).



### 2.3 Origem do nitrogênio ureico no leite

A uréia formada através do metabolismo da proteína no rumem é uma molécula de baixo peso molecular e altamente permeável, equilibrando-se com todas as células, tecidos e líquidos biológicos, incluindo o leite, o sangue e as secreções do endométrio (MOORE E VARGA, 1996; BUTLER 1998 e 2008 e FERGUNSON, 2001).

Uma vez que o leite é secretado pelas glândulas alveolares da glândula mamária, a uréia se difunde para dentro ou para fora das células secretoras, entrando em equilíbrio com a uréia plasmática (JONKER et al., 1998). O NNP representa entre 5% e 6% do total do nitrogênio do leite, enquanto que o nitrogênio protéico representa 95% desse total. Este último é formado por 80% de caseína e 20% de proteínas do soro. Por sua vez, o NNP é composto de 30-50% de nitrogênio ureico, sendo o restante formado, principalmente, pela creatinina, ácido úrico, aminoácidos e amônia (ROSELER et al., 1993; BRODERICK e CLAYTON, 1997).

Conforme ROSELER et al. (1993) e BAKER et al. (1995) as concentrações de nitrogênio ureico no leite (NUL) podem ser utilizadas para estimar as concentrações de nitrogênio ureico no sangue (NUS) ou no plasma (NUP), uma vez que o coeficiente de correlação é alto entre NUL e NUP e varia de 0,88 a 0,96. Ao estudar as concentrações de NUS e NUL ao longo do dia, GUSTAFSSON e PALMQUIST (1993) demonstraram que as concentrações de NUS sobem após a alimentação, atingindo pico 3 horas após seu início, voltando às concentrações iniciais, obtidas antes da refeição, em 5 a 6 horas. As concentrações de NUL apresentaram semelhante padrão de resposta ao longo do dia, apesar de atrasadas em uma hora em relação às de NUS. Devido a isso e à maior facilidade de obtenção de amostras, as determinações dos teores de nitrogênio ureico têm sido feitas preferencialmente no leite (MAGALHÃES, 2003).

Atualmente, há grande interesse no uso da concentração de NUL como parâmetro para avaliação nutricional do rebanho, especialmente quanto à nutrição protéica (DEPETERS e FERGUNSON, 1992; JONKER et al., 1999; KOHN, 2000) e pela adequação da relação entre proteína e energia da dieta de vacas em lactação (BRODERICK e CLAYTON, 1997).

Alguns estudos propõem que os valores considerados normais de NUL, devam se situar entre 12 e 16 mg/dl (JONKER & Khon, 1998), 10 e 14 mg/dl (MOORE e VARGA, 1996), 10 e 16 mg/dl (JONKER et al., 1998) ou 12 e 17 mg/dl (HUTJENS e BARMORE, 1995). Valores abaixo ou acima dos citados anteriormente podem indicar inadequado manejo nutricional.

#### **2.4 Fatores que afetam as concentrações de nitrogênio ureico no leite (NUL)**

Quanto à nutrição animal, diversos fatores podem influir no aumento de nitrogênio ureico no plasma e por consequência no leite. São eles: aumento da ingestão de proteína e/ou aumento da proporção de PDR, pois ambos os fatores resultariam em maior proporção de proteína dietética sendo convertida em amônia; diminuição na ingestão de energia disponível para síntese de proteína microbiana, aumentando a passagem de amônia pela parede ruminal; aumento do pH ruminal elevando a quantidade de  $\text{NH}_3$ , que atravessa a parede do rúmen com maior velocidade que  $\text{NH}_4^+$  e aumento do catabolismo proteico e/ou falência renal (NRC, 1989).

A concentração de proteína na dieta é um dos fatores que mais afetam o NUL (NOUSIAINEN et al., 2004) e pode ser utilizada para avaliação do balanço de PDR, permitindo mensurar as perdas de nitrogênio na fermentação ruminal. Conforme HOJMAN (2004) os teores de proteína da dieta e os conteúdos de PDR e FDN estão positivamente correlacionados com a concentração de NUL. Além disso, o excesso de PB ou desbalanço das frações degradáveis e não degradáveis no rumem podem elevar o NUL e indicar suprimento exagerado de N para os microorganismos ruminais, tecidos ou ambos (AQUINO et al., 2009).

Por outro lado, a energia da dieta e a concentração de carboidratos não fibrosos relacionam-se negativamente à concentração de NUL (HOJMAN, 2004). Segundo o NRC (1989) as dietas com quantidade inadequada de energia podem ocasionar excesso de amônia ruminal, desencadeando aumento da concentração de N ureico plasmático, associado à redução na concentração de proteína verdadeira do leite.

Além da dieta do animal, fatores não relacionados à nutrição podem afetar os níveis de nitrogênio ureico no leite. OLTNER et al. (1985) observaram

elevações nos níveis de NUL proporcionais a aumentos na produção de leite. GODDEN et al. (2001b) encontraram correlações positivas entre NUL e produção de leite e consideraram que uma possível explicação para este fato seria a utilização de rações com alto teor protéico para vacas de alta produção. Da mesma forma, KHON et al. (2002) demonstraram que rebanhos de maior produtividade apresentam e podem conviver com maiores taxas de NUL.

Segundo MEYER et al. (2006) o aumento nas concentrações de NUL, em relação ao aumento na produção de leite pode ser o fato de que o nutriente limitante para as vacas de alta produção é a energia. Assim, para obter a ingestão de energia necessária, o animal aumentaria o consumo de matéria seca (MS), ingerindo proteína em excesso, em relação à energia.

Assim como a produção de leite, existem outros fatores que se correlacionam com NUL. GODDEN et al. (2001a) e JOHNSON e YOUNG (2003) que pesquisaram a associação entre o nitrogênio ureico do leite (NUL) e a produção de leite assim como as porcentagens de proteína, gordura e células somáticas, encontraram como resposta uma correlação negativa acentuada entre o percentual de proteína e o NUL. Estes autores verificaram que quanto maior a porcentagem de proteína no leite menor os valores de NUL. Esta tendência também foi verificada com a porcentagem de gordura no leite, porém de forma menos acentuada. Por outro lado, MEYER et al. (2006) encontraram correlação positiva entre concentração de uréia no leite e os constituintes do leite (gordura, proteína, lactose e sólidos totais). FAUST e KILMER (1996) não verificaram nenhuma associação importante entre NUL e as concentrações lácteas de gordura, lactose, proteína, sólidos isentos de gordura e sólidos totais.

Conforme trabalho de JOHNSON e YOUNG (2003), o grupamento racial também influencia os níveis de nitrogênio ureico no leite. Estes autores verificaram maiores valores de NUL para vacas Holandesas e menores para a raça Jersey. MAGALHÃES (2003) estudando teores de NUL em vacas mestiças em Minas Gerais, encontraram valores médios de NUL de 12 mg/dL.

Outro fator que afeta a concentração de nitrogênio ureico no leite é o número de lactações. ARUNVIPAS et al. (2003) e GODDEN et al. (2001a) relataram que os valores de NUL são mais baixos em vacas de primeira lactação, o que pode ser atribuído ao fato destes animais estarem com um

metabolismo mais acelerado e com isso a maior capacidade de utilização dos aminoácidos e menor deaminação e formação de uréia no fígado. Também pode ser explicado simplesmente pela menor produção de leite das vacas primíparas, já que está bem demonstrado na literatura que vacas de maior produção (vacas adultas) têm NUL mais alto. Porém JONKER et al. (1998) observaram que vacas de primeira lactação apresentaram maiores concentrações estimadas de nitrogênio ureico no leite.

As estações do ano também têm efeito significativo no teor de uréia no leite, sendo maiores nas estações mais quentes (primavera e verão) e menores nos meses mais frios (outono e inverno) (HOJMAN et al., 2005). Tanto GODDEN et al. (2001a) como ARUNVIPAS et al. (2002), ambos analisando o efeito de estação do ano no NUL em vacas canadenses, observaram que a concentração de uréia no leite foi maior no verão (julho a setembro). MOLLER et al. (1993) atribuíram a variação da uréia no leite às variações sazonais na proteína do pasto e nos componentes energéticos.

Estudos realizados por TREVASKIS e FULKERSON (1999) evidenciaram que o estágio de lactação relaciona-se com NUL. Estes autores relatam que vacas entre 40 e 60 dias de lactação apresentaram níveis mais baixos de uréia no leite, provavelmente devido à maior produção de leite neste período e maior mobilização de nitrogênio disponível. RAJALA-SCHULTZ RAJALA-SHULTZ e SAVILLE (2003) também determinaram que nos primeiros 30 dias pós-parto os valores de NUL eram mais baixos que na sequência de dias em leite. GODDEN et al. (2001a) encontraram associação positiva, mas não-linear, entre uréia no leite e dias em lactação e observaram que as concentrações de NUL foram mais baixas nos primeiros 60 dias, aumentando entre 60 e 150 e decrescendo após 150 dias em lactação.

## **2.5 Nitrogênio ureico no leite associado à reprodução**

O estabelecimento de uma gestação depende de uma série de eventos inter-relacionados, tais como: desenvolvimento folicular e ovulação, fecundação, transporte e desenvolvimento do embrião, reconhecimento materno da gestação e placentação. Potencialmente, amônia, ureia ou algum outro produto tóxico do metabolismo da proteína podem interceder em um ou mais desses passos e prejudicar a eficiência reprodutiva (BUTLER, 1998).

MOORE E VARGA (1996), relataram que altos teores de uréia afetam a formação do ovócito, assim como a sobrevivência dos gametas masculinos e femininos, além de interferirem nas funções dos cílios da tuba uterina.

Conforme FUCK (2000) para vacas leiteiras de alta produção que apresentam elevada exigência de proteína na dieta se faz necessário o conhecimento do teor de PDR e PNDR dos alimentos utilizados. O conhecimento dos valores de PDR dos alimentos permite formular dietas que atendam às exigências de compostos nitrogenados dos microrganismos ruminais e do animal, sem que haja excesso de PB e deficiência de proteína metabolizável. Com isso pode-se maximizar a produção de leite sem comprometer a eficiência reprodutiva.

Segundo BUTLER (2008) o excesso de proteína na dieta pode provocar o aumento do pH uterino, modificações nas secreções uterinas e na qualidade embrionária e comprometimento do desenvolvimento embrionário. Este mesmo autor afirma que o desenvolvimento com sucesso de um embrião durante o início da prenhez depende do ambiente uterino, que é dinâmico e apresenta diferenças secretórias acentuadas ao longo do ciclo estral devido à regulação pelos esteróides ovarianos.

SARTORI & GUARDIEIRO (2010) em revisão bibliográfica sobre o assunto, concluíram que a baixa sobrevivência embrionária em vacas lactantes pode também ser devido à menor concentração circulante de progesterona. De fato, vacas lactantes recebendo dietas com elevada PB tiveram menores concentrações circulantes de progesterona quando comparadas àquelas alimentadas com níveis inferiores de PB. SANGSRITAVONG et al. (2002) afirmam que concentrações circulantes mais baixas de progesterona em vacas de elevada produção leiteira alimentadas com alto teor de PB, entretanto, podem ser devido à maior ingestão de matéria seca (IMS) nesses animais, o que acarreta maior metabolismo hepático dos hormônios esteróides. BUTLER (1998) especula que os efeitos negativos da alta proteína podem ser mediados pelo decréscimo no pH uterino que, em combinação com baixa progesterona circulante, criam um ambiente uterino hostil ao embrião.

Diversas pesquisas realizadas enumeraram algumas possíveis causas sobre como a proteína afeta a reprodução. Dentre estas, JORDAN et al. (1983) e BUTLER (1997) estudaram os efeitos do excesso de proteína sobre os

fluídos e pH do útero e concluíram que esta pode alterar a composição do fluido uterino, aumentando a secreção de sódio e de prostaglandina F2- $\alpha$  durante a fase luteal do ciclo estral, sendo que esta última em excesso prejudica o desenvolvimento e a sobrevivência dos embriões. Elrod & BUTLER (1993a) testando níveis de PB e PDR na dieta de novilhas da raça Holandesa, concluíram que o excesso de PB na dieta atua sob um mecanismo não definido o qual diminui o pH uterino.

Outro fator que pode estar relacionado com o excesso de PB ou PDR na dieta de vacas em lactação é a insulina, que pode ser considerada um dos principais hormônios metabólicos relacionado com a reprodução (SANTOS et al., 2001). SPICER et al. (1995) afirmaram que a insulina tem um efeito direto na cultura de células ovarianas e estes efeitos incluem a estimulação da mitogênese das células ovarianas, produção de progesterona pelas células luteal e produção de andrôgenos pelas células da teca. GARCIA-BAJALIL et al. (1998a) verificaram que vacas leiteiras de alta produção alimentadas com dietas de alta proteína degradável apresentavam menor concentração de insulina quando comparado aos animais alimentados com baixa proteína degradável.

Outro mecanismo que afeta a fertilidade é o balanço energético negativo (BEN). Vacas leiteiras de alta produção no início da lactação não conseguem consumir quantidades de nutrientes suficientes para atender a elevada produção de leite, desta forma estes animais entram em um balanço energético negativo durante um período de  $\pm$  90 dias, quando as vacas perdem peso, isto acontece mais intensamente nos primeiros 21 dias pós-parto (SANTOS et al., 1993). GARCIA-BAJALIL et al. (1998a) afirmaram que o excesso de amônia produzido no rúmen precisa ser transformado no fígado em uréia, e este processo requer um alto custo energético, além de utilizar os intermediários do ciclo de Krebs ( $\alpha$ -cetoglutarato), diminuindo o metabolismo energético do animal bem como a gliconeogênese. Desta forma estes desajustes no metabolismo intermediário são mecanismos potenciais os quais determinam como dietas com alto teor de proteína degradável no rúmen podem alterar o desempenho reprodutivo dos animais.

Quando as vacas estão em BEN, as concentrações sanguíneas de ácidos graxos não esterificados (AGNEs), uréia e  $\beta$ -hidroxibutirato aumentam,

enquanto as de IGF-I, glicose e insulina estão baixas, os quais podem alterar a frequência de pulsos de LH, comprometendo, conseqüentemente, o crescimento folicular, a função ovariana e a fertilidade (GRIMARD et al., 1995; SARTORI & GUARDIEIRO, 2010).

O efeito do elevado consumo de proteína bruta sobre o desempenho reprodutivo de vacas em lactação é um assunto controverso, que pode (LARSON et al., 1997; BUTLER, 2000; RAJALA-SCHULTZ et al., 2001; JONKER et al., 2002, GUO et al., 2004) ou não (HOWARD et al., 1987; CARROL et al., 1988; GODDEN et al., 2001) ocasionar efeitos indesejáveis sobre o intervalo entre estros, dias da 1ª inseminação artificial, taxa de concepção, sobrevivência embrionária e outros.

Segundo BUTLER (1996), valores de NUL acima de 19 mg/dl estão associados a redução da a fertilidade, tanto por alteração do pH uterino como por efeitos da progesterona no ambiente uterino e nas condições para o bom desenvolvimento do embrião, já que as concentrações de progesterona no plasma são reduzidas em elevados consumos de proteína degradável no rúmen. FERGUNSON et al. (1993) reportaram que a taxa de concepção no rebanho diminui quando o nível de uréia no sangue está acima de 20 mg/dl. RAJALA-SCHULTZ et al. (2001) concluíram que valores de NUL acima de 15,4 mg/dL estariam negativamente relacionados com fertilidade em vacas leiteira, assim como menores chances de detecção de prenhez. Em contraste HOWARD et al. (1987) e CARROLL et al. (1988) não encontraram prejuízo na taxa de concepção mesmo quando os níveis de NUS chegaram a 15, 24 e 26 mg/dL. Os resultados do estudo de GODDEN et al. (2001) sugerem que um bom desempenho reprodutivo pode ser atingido mesmo em uma grande amplitude de concentrações de NUL.

## **2.6 Uréia e Meio Ambiente**

A produção animal tem sido identificada como uma das principais fontes de poluição ambiental por nitrogênio (THOMANN et al., 1994). Segundo alguns estudos realizados por BRODERICK e CLAYTON (1997); JONKER et al. (2002) e MAGALHÃES et al. (2003) os dejetos animais contribuem para a poluição do ambiente, principalmente em função da amônia, que é volatizada para o ar e nitratos que se incorporam ao solo e podem ser perdidos por

lixiviação que pode levar a um impacto ambiental negativo afetando principalmente os lençóis freáticos.

As vacas leiteiras secretam no leite, em média, 25-35% do nitrogênio que consomem e quase todo o restante é excretado nas fezes e na urina (CHASE, 1994). Em trabalho recente sobre eficiência de utilização de nitrogênio dietéticos em rebanhos leiteiros, JERSZURKI et al. (2010) encontraram um índice de aproveitamento de nitrogênio de 26,65%. VAN HORN et al. (1994) indicaram que a excreção total de nitrogênio nos dejetos pode ser determinada subtraindo-se a quantidade secretada no leite da quantidade consumida. SCHEPERS e MEIJER (1998) relataram que 70 a 80% da perda urinária de nitrogênio faz-se na forma de uréia.

Estudos confirmam que a excreção urinária de nitrogênio tem correlação linear e positiva com os teores de NUL e NUP (KAUFFMAN e ST-PIERRE, 2001). Segundo estes autores, isto significa que os valores de NUL podem ser também utilizados para a predição do nível de contaminação ambiental por nitrogênio. JONKER et al. (2002) demonstraram que a melhoria de 50% na eficiência de utilização do nitrogênio por um rebanho leiteiro pode reduzir a perda de nitrogênio para o ambiente em 40%.

Há uma crescente preocupação com relação à emissão de  $\text{NH}_3$  para a atmosfera e seu impacto sobre o meio ambiente e a saúde humana (MONTENY e ERISMAN, 1998). MIRAGLIOTTA (2005) expõe que, em muitos países, o limite de concentração de amônia para trabalho de 8 h/dia é de 25 ppm e para curtos períodos de exposição, este nível aumenta para 35 ppm. No Brasil, a legislação permite a concentração máxima de 20 ppm no ar, dentro da indústria durante o turno de 8 h/dia de trabalho. Segundo SAMET e KREWSKI (2007) o aumento da volatilização da amônia aumenta a incidência de morbidade cardiorrespiratória e mortalidade. Quanto à lixiviação do nitrato e conseqüentemente a contaminação dos lençóis freáticos, a preocupação é em relação às altas concentrações desses íons na águas subterrâneas (acima de 10 mg/L), o que impede o consumo desta pelos humanos, pois pode provocar metahemoglobinemia, conhecida também como “síndrome do bebê azul” (FENG, et al., 2005).



## 2.7 Uréia e custos com Dietas

Os custos com a alimentação de uma fazenda leiteira representam quase 70% dos custos de produção da atividade. Dentre os nutrientes utilizados para compor as dietas equilibradas para as vacas de alta produção, a proteína é que tem maior valor dentre todos os ingredientes utilizados.

JONKER & Khon (1998) estimaram que cada unidade de nitrogênio ureico no leite representa a necessidade de excreção de 90 gramas de proteína, ou quase 180 gramas de farelo de soja. Se o consumo de 100 gramas de PB não utilizada pelo organismo representar a perda de 0,2 Mcal de energia líquida, conforme sugerido por HARSING (1988) o consumo de 1.000 gramas de PB em excesso resultaria em uma perda de 2,0 Mcal de energia líquida por dia. Isso representa quase 30% de energia de manutenção de uma vaca leiteira ou energia suficiente para a produção de, aproximadamente, 3 Kg de leite (BRODERICK e CLAYTON, 1997; JONKER et al., 2002; MEYER, 2003)..

Ao desenvolver um modelo matemático para estimar a excreção urinária de nitrogênio por vacas em lactação, JONKER et al. (1998) concluíram que, a cada aumento de 1mg/dL de NUS, havia excreção adicional de 12,54 gramas de nitrogênio/vaca/dia, equivalente a 78,4 g de proteína/vaca/dia.

Aumentos crescentes de proteína na dieta produzem incrementos decrescentes de produção de leite, ou seja, a adição de uma unidade de proteína na dieta resulta em aumentos de produção de leite cada vez menores. Portanto, o aumento dos teores de proteína na dieta nem sempre é economicamente viável, em virtude do custo adicional da proteína (HOGAN, 1975; EDWARDS et al., 1980; KUNG e HUBER, 1983 citados por MEYER et al., 2003).

## REFERÊNCIAS

- AQUINO, A.A., FREITAS JUNIOR, J.E., GANDRA, J.R, et al. Utilização de nitrogênio não protéico na alimentação de vacas leiteiras: metabolismo, desempenho reprodutivo e composição do leite. **Veterinária e Zootecnia**, p.575-591, v.16, n.4, 2009.
- ARUNVIPAS, P.; DOHOO, I.; VANLEEUEWEN, J. et al. The effect of non-nutritional factors on milk urea nitrogen levels in Ayrshire dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.85, suppl.1, p.320, 2002.
- ARUNVIPAS, P.; DOHOO, I.R.; VANLEEUEWEN, J.A. et al. The effect of non-nutritional factors on milk urea nitrogen levels in dairy cows in Prince Edward Island, Canada. **Preventive Veterinary Medicine**, v.59, p.83-93, 2003.
- BACH, A.; CALSAMIGLIA, S and STERN, M. D. Nitrogen Metabolism in the Rumen. **Journal of Dairy Science**, v.88, p.9-21, 2005.
- BAKER, L.D.; FERGUSON, J.D.; CHALUPA, W. Responses in urea and true protein of milk to different protein feeding schemes for dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.78, p.2424-2434, 1995.
- BRODERICK, G.A., WALLACE, R.J., ØRSKOV, E.R. Control of rate and extent of protein degradation. In: TSUDA, T., SASAKI, Y., KAWASHIMA, R. (Ed.) Physiological aspects of digestion and metabolism in ruminants. **New York, Academic Press**, p.542-592, 1991.
- BRODERICK, G.A.; CLAYTON, M.K. A statistical evaluation of animal and nutritional factors influencing concentration of milk urea nitrogen. **Journal of Dairy Science**, v.80, p.2964-2971, 1997.
- BUTLER, W.R Effect of protein nutrition on ovarian and uterine physiology, **Journal of Dairy Science**, 80, (supplement 1): 138, 1997.
- BUTLER, W.R. Review: Effect of protein nutrition on ovarian and uterine physiology in dairy cattle. Symposium: Optimizing protein nutrition for reproduction and lactation. **Journal of Dairy Science**, v.81, p.2533-2539, 1998.
- BUTLER, W. R. Effect of protein nutrition on ovarian and uterine physiology in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.81, n.9, p.2533-2539, 1998.
- BUTLER, W. R. Nutritional interaction with reproductive performance in dairy cattle. **Animal Reproduction Science**, v. 60, n. 1, p. 449–457, 2000.
- BUTLER, W.R. Proteína da dieta, balanço energético negativo e fertilidade em vacas leiteiras. Palestra publicada nos Anais do XII Curso Novos Enfoques na Produção e Reprodução de Bovinos. Uberlândia, MG, 06 e 07 de março de 2008, p. 49-54.

- CARROL, D.J., BARTON, B.A., ANDERSON, G.W., et al.. Influence of protein intake and feeding strategy on reproductive performance of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 71, p. 3470-3481, 1998.
- CHASE, L. F. Enviromental considerations in developing dairy rations. In: THE CORNELL NUTRITION CONFERENCE, ROCHESTER, 1994, Ithaca. **Proceedings**. Ithaca: Cornell University Press. 1994. p. 56-62.
- DePETERS, E.J., FERGUSON, J.D. Nonprotein nitrogen and protein distribution in the milk of cows. **Journal of Dairy Science**, v.75(11), p.3192-3209, 1992.
- DIJKSTRA, J. et al. Different mathematical approaches to estimating microbial protein supply in ruminants. **Journal of Dairy Science**, Champaign, US, v. 81, n. 12, p. 3370-3384, 1998.
- ELROD, C.C., BUTLER, W.R. Reduction of fertility and alteration of uterine pH in heifers fed excess ruminally degradable protein. **Journal of Animal Science**, 71: 694-701, 1993a.
- FAUST, M.A., KILMER, L.H. Determining variability of milk urea nitrogen reported by commercial testing laboratories. **Dairy Report** – Iowa State University, 1996.
- FENG Z.Z. et al. Soil N and salinity leaching after the autumn irrigation and its impact on groundwater in Hetao Irrigation District, China. **Agricultural Water Management**. v.71, p.131-143, 2005.
- FERGUNSON, J.D., GALLIGAN, D.T., BLANCHARD, T. et al. Serum urea nitrogen and conception rate: The usefulness of test information. **Journal of Dairy Science**, 76: 3742-3746, 1993.
- FERGUNSON, J.D. **Milk Urea Nitrogen**. Capturado em 23 de set. 2010, 2001. Online. Disponível na internet. Online: <http://www.vet.upenn.edu/mun/mun-info.html>
- FIRKINS, J.L.; ALLEN, M.S.; OLDICK, B.S.;ST-PIERRE, N.R. Modeling Ruminant Digestibility of Carbohydrates and Microbial Protein Flow to the Duodenum. Symposium: Evaluation of Quantitative Estimates for Meeting Amino Acid Requirements of Dairy Cows. **Journal of Dairy Science**. v.81, p.3350-3369, 1998.
- FUCK, E.J., MORAES, G.V., SANTOS, G.T. Fatores nutricionais na reprodução das vacas leiteiras. I. Energia e proteína. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, 24(3): 147-161 2000.
- GARCIA-BAJALIL, C.M., STAPLES, C.R., RISCO, A.A. et al, Protein degradability and calcium salts of long-chain fatty acids in the diets of lactating dairy cows: productive responses. **Journal of Dairy Science**, 8: 1374-1384, 1998a.

- GODDEN, S. M., KELTON, D.F., LISSEMORE, K.D., et al. Milk Urea Testing as a tool to monitor reproductive performance in Ontario Dairy Herds. **Journal of Dairy Science**, v. 84, p. 1397-1406, 2001.
- GODDEN, S.M.; LISSEMORE, K.D.; KELTON, D.F. et al. Factors associated with milk urea concentrations in Ontario dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.84, p.107-114, 2001a.
- GODDEN, S.M.; LISSEMORE, K.D.; KELTON, D.F. et al. Relationships between milk urea concentrations and nutritional management, production, and economic variables in Ontario dairy herds. **Journal of Dairy Science**, v.84, p.1128-1139, 2001b.
- GRIMARD, B.; HUMBLLOT, P.; PONTER, A.A. et al. Influence of postpartum energy restriction on energy status, plasma LH and oestradiol secretion and follicular development in suckled beef cows. **Journal of Reproduction and Fertility**, v.104, p.173- 179, 1995.
- GUO, K., RUSSEK-COHEN, E., VARNER, M.A., KONH, R.A. Effects of milk urea and other factors on probability of conception of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.87, p.1878-1885, 2004.
- GUSTAFSSON, A.H.; CARLSSON, J. Effects of silage quality, protein evaluation systems and milk urea content on milk yield and reproduction in dairy cows. **Livestock Production Science**, v.37, p.91-105, 1993.
- GUSTAFSSON, A. H., PALMIQUIST, D.L. Diurnal variation of rumen ammonia and serum and milk urea in dairy cows at high and low yield. **Journal of Dairy Science**, 76:475-483, 1993.
- HAMMOND, A.C. **Update on BUN and MUN as a guide for protein supplementation in cattle**. In: Florida Ruminant Nutrition Symposium, 1997. Gainesville: University of Florida. **Proceedings...** Acesso em 08/08/2002. Online. Disponível na internet: [www.ifas.ufl.edu/~dairyweb/pub/symp.htm](http://www.ifas.ufl.edu/~dairyweb/pub/symp.htm)
- HARESIGN, W. **Recent developments in ruminant nutrition**. London: Butterworths, 1988. 407 p.
- HOJMAN , D., KROLL, O., ADIN, G., GIPS, M., HANOCHI, B., EZRA, E. Relationships between milk urea and production, nutrition, and fertility traits in Israeli dairy herds, v.87, p. 1001-1011, 2004.
- HOJMAN , D.; GIPS, M.; EZRA, E. Association between live body weight and milk urea concentration in Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v.88, p.580-584, 2005.
- HOWARD, H.J., AALSETH, E.P., ADAMS, G.D., et al. Influence of dietary protein on reproductive performance of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 70, p. 1563-1571, 1987.

- HUNTINGTON, G. B.; ARCHIBEQUE, S. L. Practical aspects of urea and ammonia metabolism in ruminants. **Journal of Animal Science**, Tokyo, p. 1-11, 1999.
- HUTJENS, M.F.; BARRIMORE, J. Milk urea test gives us another tool. **Hoard's Dairyman**, v.140, n.10, p.401, 1995.
- JERSZURKI, D., NAVARRO, B.R.; SANTOS, G.T., et al. Eficiência na utilização o nitrogênio dietético em rebanhos leiteiros especializados e suas implicações ambientais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 47., 2010, Salvador. **Anais...** Salvador, BA: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2010.
- JOHNSON, R.G.; YOUNG, A.J. The association between milk urea nitrogen and DHI production variables in Western commercial dairy herds. **Journal of Dairy Science**, v.86, p.3008-3015, 2003.
- JONKER, J.S.; KOHN, R.A. MUN: testing: useful but ambiguous. **Hoard's Dairyman**, v.143, n.6, p.252. 1998.
- JONKER, J.S.; KOHN, R.A.; ERDMAN, R.A. Using milk urea nitrogen to predict nitrogen excretion and utilization efficiency in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.81, p.2681-2692, 1998.
- JONKER, J.S.; KOHN, R.A.; ERDMAN, R.A. Milk urea nitrogen target concentrations for lactating dairy cows fed according to National Research Council recommendations. **Journal of Dairy Science**, v.82, p.1261-1273, 1999.
- JONKER, J.S.; KOHN, R.A.; HIGH, J. Dairy herd management practices that impact nitrogen utilization efficiency. **Journal of Dairy Science**, v.85, p.1218-1226, 2002.
- JORDAN, E.R.; CHAPMAN, D.W.; HOLTAN, D.W. et al., Relationship of dietary crude protein to composition of secretions and blood in high producing postpartum dairy cows. **Journal of Dairy Science** 66: 1854-1862, 1983
- KAUFFMAN, A.J.; St-PIERRE, N.R. The relationship of milk urea nitrogen to urine nitrogen excretion in Holstein and Jersey cows. **Journal of Dairy Science**, v.84, p.2284-2294, 2001.
- KOHN, R.A. Caution needed when interpreting MUN. **Hoard's Dairyman**, v.145, p.58, 2000.
- KOHN, R.A.; KALSCHEUR, K.F.; RUSSEK-COHEN, E. Evaluation of models to estimate urinary nitrogen and expected milk urea nitrogen. **Journal of Dairy Science**, v.85, p.227-233, 2002.

- LARSON, S.F., BUTLER, W.R., CURRIE, W.B. Reduced fertility associated with low progesterone postbreeding and increase milk urea nitrogen in lactating cows. **Journal of Dairy Science**, v. 80, p. 1288-1295, 1997.
- MAGALHÃES, A.C.M. **Teores de nitrogênio uréico no leite e no plasma de vacas mestiças**. 2003. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- MEYER, P.M.; MACHADO, P.F.; COLDEBELLA, A. et al. Fatores não-nutricionais e concentração de nitrogênio uréico no leite de vacas da raça Holandesa. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.1114-1121, 2006 (supl.).
- MIRAGLIOTTA, M. Y. et al. Qualidade do ar de dois sistemas produtivos de frangos de corte com ventilação e densidade diferenciadas – estudo de caso. **Revista de Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 22, n. 1, p. 1-10, 2002.
- MOLLER, S.; MATTHEW, C.; WILSON, G.F. Pasture protein and soluble carbohydrate levels in spring dairy pasture and association with cow performance. **Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production**, v.54, p.83-86, 1993.
- MONTENY, G. J., ERISMAN, J.W. Ammonia emissions from dairy cow buildings: A review of measurement techniques, influencing factors and possibilities for reduction. **Neth. J. Agric. Sci.**, v. 46, p.225–247, 1998.
- MOORE, D.A.; VARGA, G. BUN and MUN: urea nitrogen testing in dairy cattle. **Compendium on continuing education for practicing veterinarian**, v.18, p.712-721, 1996.
- NOCECK, J.E., RUSSEL, J.B. Protein and energy as an integrated system. Relationship of ruminal protein and carbohydrate availability to microbial synthesis and milk production. **Journal of Dairy Science**, 71: 2070-2107, 1988.
- NOUSIAINEN, J., SHINGFIELD, K.J., HUHTANEN, P. Evaluation of milk urea nitrogen as diagnostic of protein feed. **Journal of Dairy Science**, v. 87, p.386-398, 2004.
- NRC. 1989. Nutrient requirements of dairy cattle. 6<sup>th</sup> rev. ed, **Natl. Acad. Press**, Washington, DC.
- NRC. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7<sup>th</sup> rev. ed. **Natl. Acad. Press**, Washington, DC.
- OLTNER, R.; EMANUELSON, M.; WIKTORSSON, H. Urea concentrations in milk in relation to milk yield, live weight, lactation number and amount and composition of feed given to dairy cows. **Livestock Production Science**, v.12, p.47-57, 1985.

- PAYNE, J.A.; PAYNE, S. **The metabolic profile test**. New York: Oxford University Press, 1987. 179p.
- RAJALA-SCHULTZ , P.J.; SAVILLE, W.J.A.; FRAZER, G.S.; WITTUM, T.E. Association between milk urea nitrogen and fertility of Ohio dairy cows. **Journal of Dairy Science**, vol.84, p.482-489, 2001.
- RAJALA-SCHULTZ , P.J.; SAVILLE, W.J.A. Sources of variation in milk urea nitrogen in Ohio dairy herds. **Journal of Dairy Science**, v.86, p.1653-1661, 2003.
- ROSELER, D.K.; FERGUSON, J.D.; SNIFFEN, C.J. et al. Dietary protein degradability effects on plasma and milk urea nitrogen and milk nonprotein nitrogen in Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v.76, p.525-534, 1993.
- SALAZAR, D.R., CORTINHAS, C.S. e FREITAS Jr., J.E. Sincronismo energia - proteína: assimilação de nitrogênio e síntese de proteína microbiana em ruminantes. **PUBVET**, v.2, n.12, 2008.
- SAMET, J., KREWSKI, D. Health effects associated with exposure to ambient air pollution. **J. Toxicol. Environ. Health A**, v. 70, p. 227–242, 2007.
- SANGSRITAVONG, S.; COMBS, D.K.; SARTORI, R. et al. High feed intake increases blood flow and metabolism of progesterone and estradiol-17 $\beta$  in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.85, p.2831-42, 2002.
- SANTOS, G.T., PRADO, I.N., BRANCO, A.F. Aspectos do manejo do gado leiteiro especializado. Universidade Estadual de Maringá. 1993:. 23 p. (Apontamentos, 22).
- SANTOS, F.P., HUBER, J.T. Quality of bypass protein feed to high-producing cows is important. **Feedstuffs**, p.12, 1996.
- SANTOS, J.E.P.; DePETERS, E.J.; JARDON, P.W. et al Effect of prepartum dietary protein level on performance of primigravid and multiparous Holstein dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.84, p.213-224, 2001.
- SARTORI, R., GUARDIEIRO, M.M. Fatores Nutricionais associados à reprodução da fêmea bovina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.422-432, 2010.
- SCHEPERS, A.J.; MEIJER, R.G.M. Evaluation of utilization of dietary nitrogen by dairy cows based on urea concentration in milk. **Journal of Dairy Science**, v.81, p.579-584, 1998.
- SPICER, L.J., ECHTERKAMP, S.E., The ovarian insulin and insuli-like gorwth factor with an emphasis on domestic animals. **Domestic Animal Endocrinology**, v.12, p.223-245, 1995.

- SWENSON, M. J. et al. **Duke's physiology of domestic animals**. 11. ed. Ithaca: Cornell University Press, 1993. p. 573-604. Water balance and excretion.
- TAMMINGA, S. Nutrition management of dairy cows as a contribution to pollution control. **Journal of Dairy Science**, Champaign, US, v. 75, p. 345-357, 1992.
- THOMANN, R.V., COLLIER, J.R., BUTT, A., et al. **Response of the chesapeake by water quality model to loading scenarios**. Washington: Environmental Protection Agency, p.74, 1994.
- TREVASKIS, L.M.; FULKERSON, W.J. The relationship between various animal and management factors and milk urea, and its association with reproductive performance of dairy cows grazing pasture. **Livestock Production Science**, v.57, p.255-265, 1999.
- VALADARES FILHO, S. Exigências Nutricionais de Gado de Leite. In: ANAIS DO SIMPÓSIO MINEIRO DE NUTRIÇÃO DE GADO DE LEITE. **Anais...** Escola de Veterinária –UFMG, Belo Horizonte, MG, 2002.
- VAN HORN, H.H., WILKIE, A.C., POWERS, W.J., et al. Components of dairy manure management systems. **Journal of Dairy Science**, v.77, p.2008-2030, 1994.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional Ecology of the Ruminant**. 2.ed. Ithaca: Comstock Publishing Associates, 1994. 476p.
- WISEK, W. J. Ammonia metabolism, urea cycle capacity and their biochemical assessment. **Journal of Animal Science**, Champaign, US, v. 37, p. 273-282, 1979.
- WESTWOOD, C. T.; LEAN, J. I. J.; KELLAWAY, R. C. Indications and Implications for testing of milk urea in dairy cattle: a quantitative review. Part 2. Effect of Dietary Protein on Reproductive Performance. **New Zealand Veterinary Journal**, v. 46, p. 23-30, 1998.
- YOUNG, A. **Milk Urea Nitrogen test (MUN)**. Capturado em 05 de mar. 2010, 2001. Online. Disponível na internet. Online: <http://extension.usu.edu/publica/agpubs.htm>



### 3 FONTES DE VARIAÇÃO NO NITROGÊNIO URÉICO NO LEITE DE VACAS LEITEIRAS NO ESTADO DO PARANÁ

#### RESUMO

O objetivo deste estudo foi caracterizar a associação entre os teores de nitrogênio ureico no leite (NUL) e produção de leite, teores de gordura e proteína, estação do ano, idade da vaca ao parto e estágio de lactação em vacas leiteiras da raça Holandesa no Estado do Paraná. Com este propósito foram analisados 118.796 controles mensais de 14.125 vacas leiteiras oriundas de 86 rebanhos em controle leiteiro oficial. A significância dos efeitos fixos e das covariáveis incluídos no modelo foi determinada pela metodologia de modelos mistos. A média geral para NUL foi de  $14,46 \pm 4,51$  mg/dL. A correlação entre NUL e produção de leite foi positiva ( $P < 0,01$ ) e de mediana magnitude ( $r = 0,34$ ). Controles mensais de NUL coletados no inverno foram mais altos ( $P < 0,01$ ) que os das outras estações do ano: inverno 14,60 mg/dL vs 14,31; 14,05 e 14, 01 mg/dL para a primavera, verão e outono respectivamente. Vacas mais jovens apresentaram médias de NUL superiores ( $P < 0,01$ ) às médias de vacas mais velhas. O efeito do estágio de lactação no NUL foi significativo ( $P < 0,01$ ), com valores máximos observados no quarto mês de lactação. Vacas leiteiras de alta produção apresentam maiores valores de uréia no leite, mas diversos fatores ambientais podem contribuir na redução deste importante indicador da eficiência de utilização de dietas.

**palavras-chave:** bovinocultura de leite, nutrição, proteína, uréia no leite

### 3 SOURCES OF VARIATION IN MILK UREA NITROGEN IN PARANÁ DAIRY COWS

#### ABSTRACT

The objective of this study was to determine the relationships between milk urea nitrogen (MUN) and test-day milk yield, fat and protein contents, season effects, calving age, and days in milk in Holstein dairy cows from Paraná State, Brazil. With this purpose 118,796 test-days from 14,125 dairy cows belonging to 86 herds enrolled in an official milk recording program were analyzed. Multivariate mixed model methodology was used to determine the relationship between MUN and the fixed effects and the covariables. Milk urea nitrogen averaged  $14.46 \pm 4.51$  mg/dL. It was determined a positive ( $P < 0.01$ ) and intermediate association between MUN and milk yield ( $r = 0.34$ ). MUN test-days collected in the winter were higher ( $P < 0.01$ ) than MUN in the remaining seasons: winter 14,60 vs 14,31; 14,05 and 14,01 mg/dL to spring, summer and fall respectively. Younger cows showed higher ( $P < 0.01$ ) MUN values than older cows. Concentrations of MUN were significantly ( $P < 0.01$ ) associated with days in milk, with the highest MUN values observed in the fourth month of lactation. High-producing dairy cows showed higher milk urea concentrations, but several non-nutritional factors may contribute to reduce this parameter of diet utilization efficiency.

**keywords:** dairy cattle, milk urea, nutrition, protein

### 3.1 INTRODUÇÃO

Devido ao melhoramento genético e ambiental, além do desenvolvimento e implementação de novas tecnologias para a atividade, as vacas leiteiras de hoje produzem maiores volumes de leite e componentes, e para atender as exigências nutricionais desta vaca de maior produtividade torna-se imprescindível o uso de dietas mais elaboradas. É na lactação que se aumenta o consumo de proteína, em função da elevada produção diária, aumentando-se as concentrações de uréia no sangue e, conseqüentemente, no leite, quando ocorre um desbalanço entre proteína:energia da dieta.. O parâmetro nitrogênio ureico no leite (NUL) vem sendo proposto como um indicador para o acompanhamento da nutrição protéica de vacas em lactação (JONKER et al., 1999, GODDEN et al., 2001b) uma vez que apresenta boa correlação com a concentração de nitrogênio ureico no plasma e no sangue (ROSELER et al., 1993). A determinação do NUL é não-invasiva, por meio de amostragem de leite durante as ordenhas, representando, portanto, um indicador simples, rápido e barato de avaliar a condição nutricional de vacas em lactação (ROSELER et al., 1993; BUTLER et al., 1995).

Os valores normais de NUL devem estar entre 10 e 15 mg/dL (JONKER et al., 1998; JOHNSON e YOUNG , 2003; RAJALA-SCHULTZ RAJALA-SHULTZ e SAVILLE, 2003), e estas concentrações podem variar de rebanho para rebanho, entre lotes e entre vacas de um mesmo rebanho. O monitoramento mensal do NUL pode ser uma importante ferramenta no manejo de rebanhos leiteiros, porque (1) suplementos protéicos são ingredientes caros; (2) o excesso no consumo de proteína (N) pode comprometer a eficiência reprodutiva; e (3) excessos na excreção de N têm um impacto ambiental negativo (Ferguson et al. (1988) e RAJALA-SCHULTZ RAJALA-SHULTZ e SAVILLE (2003)).

Embora a composição dos alimentos (em particular os teores de proteína bruta, de proteína degradável e não degradável no rúmen e ainda de carboidratos não-fibrosos) e as práticas de alimentação adotadas nos rebanhos influenciem nas concentrações de NUL (GODDEN et al., 2001b), outros fatores podem alterar esses valores (CARLSSON et al., 1995). Baseado em estudos de rebanhos leiteiros em controle leiteiro mensal (GODDEN et al., 2001a,b; ARUNVIPAS et al., 2003; JOHNSON e YOUNG , 2003; RAJALA-SCHULTZ

RAJALA-SHULTZ e SAVILLE, 2003; WATTIAUX et al., 2005), determinou-se que vários fatores não-nutricionais estão relacionados com as concentrações de NUL.

O estado do Paraná é o terceiro maior produtor de leite do Brasil e nenhum estudo relacionando o NUL com os fatores não-nutricionais foi realizado para se avaliar as condições nutricionais dos rebanhos. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de fatores não-nutricionais como produção de leite, teores de gordura e proteína, grupamento racial, estação do ano, idade da vaca ao parto e estágio de lactação sobre o teor de NUL de vacas leiteiras no estado do Paraná.

### **3.2. MATERIAL E MÉTODOS**

Foram analisados 118.796 controles leiteiros mensais, de 14.125 vacas leiteiras da raça Holandesa inscritas no Programa de Análise de Rebanhos Leiteiros do Paraná (PARLPR) da Associação Paranaense de Criadores de Bovinos da Raça Holandesa (APCBRH), oriundas de 86 rebanhos distribuídos em 11 regiões paranaenses (Arapoti, Carambeí, Castro, Centro-Oeste, Curitiba, Noroeste, Norte, Oeste, Sudoeste, Sul e Witmarsum).

O banco de dados original analisado continha um total de 155.630 controles leiteiros mensais de janeiro de 2007 até maio de 2010. Na edição deste banco de dados foram excluídos os controles leiteiros mensais de animais sem data do parto, de rebanhos fora do estado do Paraná. Também foram excluídos os controles mensais de vacas com dias em leite superior a 730 dias (2 anos), controles mensais com idade negativa, idade ao parto inferior a 18 meses ou superior a 150 meses. Ainda foram desconsiderados os controles sem dados de produção, produções inferiores a 1 litro/vaca/dia, porcentagem de gordura menor que 1% e maior que 9%, contagem de células somáticas (CCS) igual a zero. Controles com valores de NUL menores que 1 ou maiores que 50 mg/dL e rebanhos com menos de 100 controles mensais no período estudado também foram excluídos. As estações do ano foram verão (dezembro a fevereiro), outono (março a maio), inverno (junho a agosto) e primavera (setembro a novembro).

O equipamento utilizado para a determinação do NUL é o ChemSpec150 da Bentley Instruments<sup>®</sup>, (com sede localizada na cidade de Chaska, em

Minnessota, EUA), do Laboratório Centralizado de Análise de Leite do PARLPR, localizado em Curitiba, PR. Este equipamento automatizado analisa por metodologia enzimática e espectrofotometria de trans-reflectância o NUL. Para as análises estatísticas, foram criadas três classes de produção de leite corrigida para 3,5% de gordura (alta  $\geq 36$ ; média  $\geq 27$  e  $< 36$ ; e baixa  $< 27$  kg/dia), através da equação de Gaines (1928):  $PLC_{3,5\%G} \text{ (kg/dia)} = 0,4255 * \text{Produção Leite} + 16,425 * (\% \text{Gordura}/100) * \text{Produção Leite}$ . As classes foram divididas com base na média de produção de leite, de forma que cada uma ficou com um número semelhante de observações: alta (39.481 controles), média (40.346 controles) e baixa (38.969 controles). Correlações simples de Pearson entre NUL, produção de leite e os teores de gordura e proteína do leite foram estimadas pelo procedimento CORR do SAS (2002). O procedimento MIXED do SAS (2002) foi utilizado para determinar a significância do efeito aleatório do rebanho aninhado em região (86 rebanhos) e dos efeitos fixos de região (1 a 11), estação do ano (verão com 27.968 controles, outono com 30.183 controles, inverno com 27.974 controles e primavera com 32.671 controles), número de ordenhas (2 com 41.544 controles e 3 com 77.252 controles) e classe de produção de leite corrigida para 3,5% de gordura (alta, média, baixa) sobre a variável dependente NUL. Além disso, no modelo de predição do NUL também foram incluídas a covariável dias em leite (efeitos linear e quadrático) e a covariável idade ao parto (somente efeito linear).

Posteriormente os efeitos linear e quadrático de dias em leite e o efeito linear de idade da vaca ao parto também foram estimados pelo procedimento REG do SAS (2002).

Diferenças entre as médias ajustadas foram determinadas pelo teste de Tukey-Kramer, a 1% de probabilidade.

### 3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A média geral da concentração de NUL foi próxima ao limite máximo sugerido para este parâmetro (10 a 15 mg/dL), e em concordância com diversos trabalhos revisados (JONKER & Kohn, 1998; JONKER et al., 1998; RAJALA-SCHULTZ RAJALA-SHULTZ e SAVILLE, 2003; JOHNSON e YOUNG, 2003; MEYER et al., 2006). Os valores relativos às médias encontradas na análise do banco de dados são apresentados na Tabela 3.1

Tabela 3.1 Análise descritiva das variáveis estudadas

Variável	Média ± DP
Idade ao parto (meses)	45,8 ± 21,7
Dias em lactação no controle leiteiro	203,1 ± 135,5
Produção de leite (kg/dia)	32,9 ± 11,3
Produção de Leite corrigida para 3,5% de gordura	31,8 ± 10,3
NUL (mg/dL) <sup>1</sup>	14,46 ± 4,51
Gordura (%)	3,37 ± 0,70
Proteína (%)	3,11 ± 0,35
Lactose (%)	4,54 ± 0,28
Sólidos Totais (%)	11,95 ± 0,96
CCS x 1000 <sup>2</sup>	383 ± 820

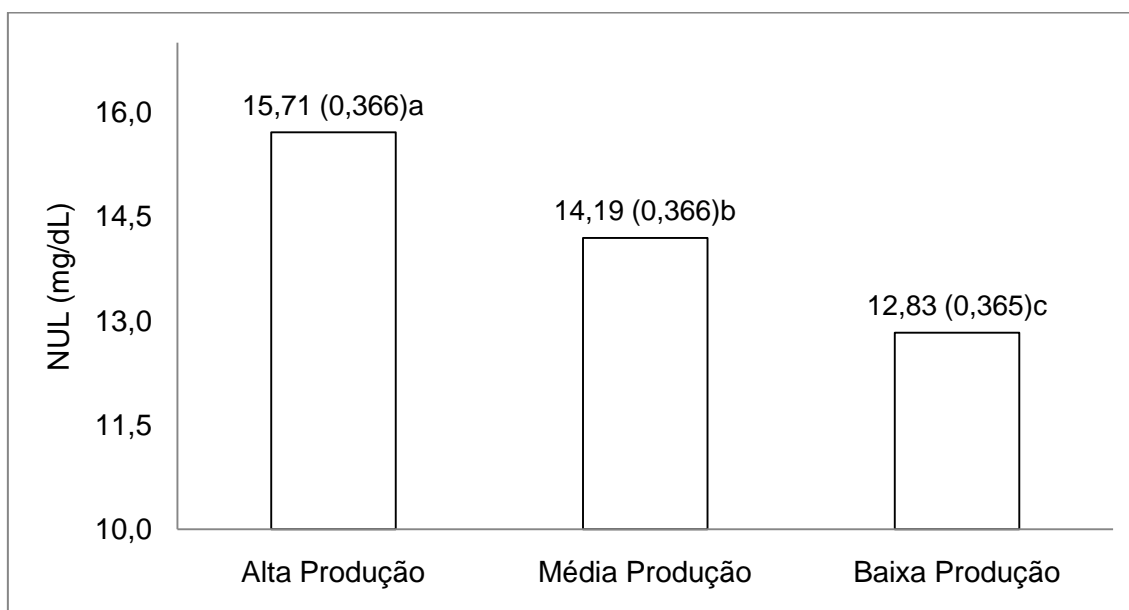
<sup>1</sup> Nitrogênio ureico no leite, <sup>2</sup> contagem de células somáticas

Fonte: Dados do autor

A literatura consultada sugere que tanto altas (PAYNE e PAYNE, 1987; JONKER et al., 1998 e GODDEN et al., 2001b) quanto baixas (ROSELER et al., 1993 e GODDEN et al., 2001b) concentrações de NUL podem indicar problemas nutricionais nos rebanhos leiteiros. Valores altos de NUL podem indicar sobre fornecimento de PB (proteína bruta) dietética, ocasionado por excessos de PDR (proteína degradável no rúmen) e/ou de PNDR (proteína não-degradável no rúmen) na dieta, ou baixa taxa de fermentação ruminal de carboidratos não-fibroso (CNF), ou ainda, relação PB:CNF aumentada. Já valores abaixo da média, que conforme o CNCPS (2010) é de 8 mg/dL, indicando que não há sobra e nem falta de proteína para o animal, podem indicar falta de PB na dieta, limitadas quantidades de PDR e PNDR na dieta, ou ainda, alta taxa de fermentação de CNF no rúmen (GODDEN et al., 2001b).

Os animais apresentaram produção média diária de leite de 32,9 ± 11,3 kg/dia e percentuais de gordura e proteína de 3,37 ± 0,70% e 3,11 ± 0,35%,

respectivamente e as médias para idade ao parto de  $45,8 \pm 21,7$  meses e dias em leite de  $203 \pm 135$  dias. Ressalta-se que os animais incluídos neste banco de dados caracterizaram-se por serem jovens, com alta produção de leite e correta composição, indicando ainda que a análise de uréia do leite, por ser voluntária e representar um custo adicional no controle leiteiro mensal, tem sido mais frequentemente adotada por rebanhos mais tecnificados.



a,b,c Médias (com erro-padrão médio nos parênteses) seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,01$ )

Fonte: Dados do autor

Figura 3.1 Concentração de NUL (mg/dL) e erro padrão médio (EPM) para vacas de alta ( $\geq 36$  kg/dia), média ( $\geq 27$  e  $< 36$  kg/dia) e baixa ( $< 27$  kg/dia) produção de leite corrigido para 3,5% de gordura

A correlação linear entre NUL e produção de leite foi moderada e positiva ( $r = 0,34$ ), similar aos estudos de JONKER et al. (1998) e MEYER et al. (2006), o que confirma que lotes e rebanhos de maior produtividade podem apresentar valores de NUL mais altos. A variável classe de produção de leite corrigida para 3,5% de gordura foi incluída no modelo e, como mostra a Figura 3.1, vacas de alta produção apresentaram maiores ( $P < 0,01$ ) concentrações de NUL, tendência também observada por WATTIAUX et al. (2005).

Vacas alimentadas de acordo com o estágio de lactação, conforme recomendado pelo NRC (2001), elevam a produção de leite, porém também aumentam os níveis de ingestão de proteína bruta. A proteína suplementar

pode aumentar a produção de leite, por fornecer mais aminoácidos para a síntese de proteína do leite, aumentar a energia disponível a partir da deaminação dos aminoácidos ou alterar a eficiência de utilização dos nutrientes absorvidos (CHALUPA, 1984).

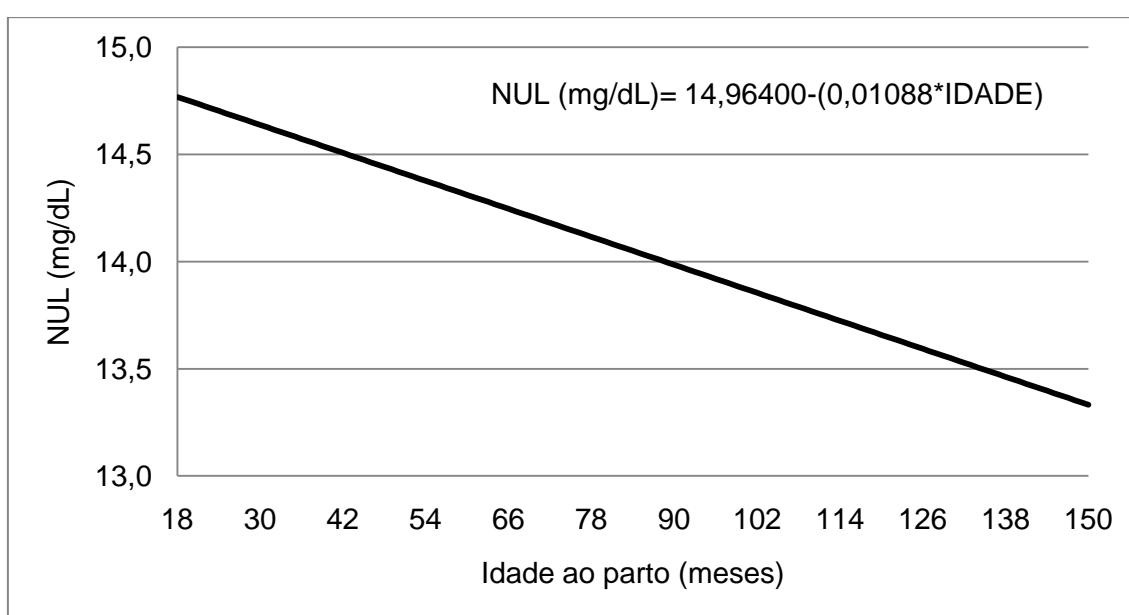
Consequentemente níveis elevados de proteína na dieta determinarão maior liberação de amônia no rúmen, o que pode elevar as concentrações de nitrogênio ureico no leite (JONKER et al., 1998). GODDEN et al. (2001a) observaram elevada correlação positiva, mas não-linear, entre NUL e produção de leite e consideraram que uma possível explicação para este fato seria a utilização de rações com alto teor protéico para vacas de alta produção. Segundo MEYER et al. (2006) uma possível explicação para o aumento nas concentrações de NUL, em relação ao aumento na produção de leite, pode ser o fato de que o nutriente mais limitante para as vacas de alta produção é a energia. Assim, para obter a ingestão de energia necessária, o animal aumentaria o consumo de matéria seca (MS), ingerindo proteína em excesso, em relação à energia.

Por outro lado, alguns autores como GUSTAFSSON e CARLSSON (1993) e EICHER et al. (1999) não encontraram associações entre uréia e produção de leite, enquanto que TREVASKIS e FULKERSON (1999) observaram que a produção de leite em vacas em pastejo foi negativamente relacionada à concentração de uréia no leite.

As correlações entre NUL e teores de gordura e proteína foram negativas e de menor magnitude ( $r = -0,13$ ), coerente com os trabalhos de GODDEN et al. (2001a) e JOHNSON e YOUNG (2003). Estes últimos autores verificaram que quanto maior a porcentagem de proteína no leite menor os valores de NUL. Esta tendência também foi verificada com a porcentagem de gordura no leite, porém de forma menos acentuada. CARLSSON e BERGSTRÖM (1994) observaram que o aumento da porcentagem de gordura no leite pode ter um efeito negativo na concentração do NUL. Já MEYER et al. (2006) encontraram correlação positiva entre concentração de uréia no leite e os constituintes do leite (gordura, proteína, lactose e sólidos totais). No presente trabalho, as correlações fenotípicas entre uréia no leite e percentual de lactose, percentual de sólidos totais e contagem de células somáticas foram +0,16, -0,08 e -0,13, respectivamente.



O efeito linear da covariável idade da vaca ao parto alcançou significância ( $P<0,01$ ), evidenciando que no presente estudo, vacas mais jovens apresentaram maiores valores de NUL do que vacas mais velhas, como observado na Figura 3.2. Este resultado é coerente com os apresentados por JONKER et al. (1998), porém confrontam com os relatados por Oltner et al. (1985), FERGUSON (1999), ARUNVIPAS et al. (2003) e JOHNSON e YOUNG (2003), os quais observaram valores de NUL mais baixos em vacas de primeira lactação. Isso pode ser explicado simplesmente pela menor produção de leite das vacas primíparas.



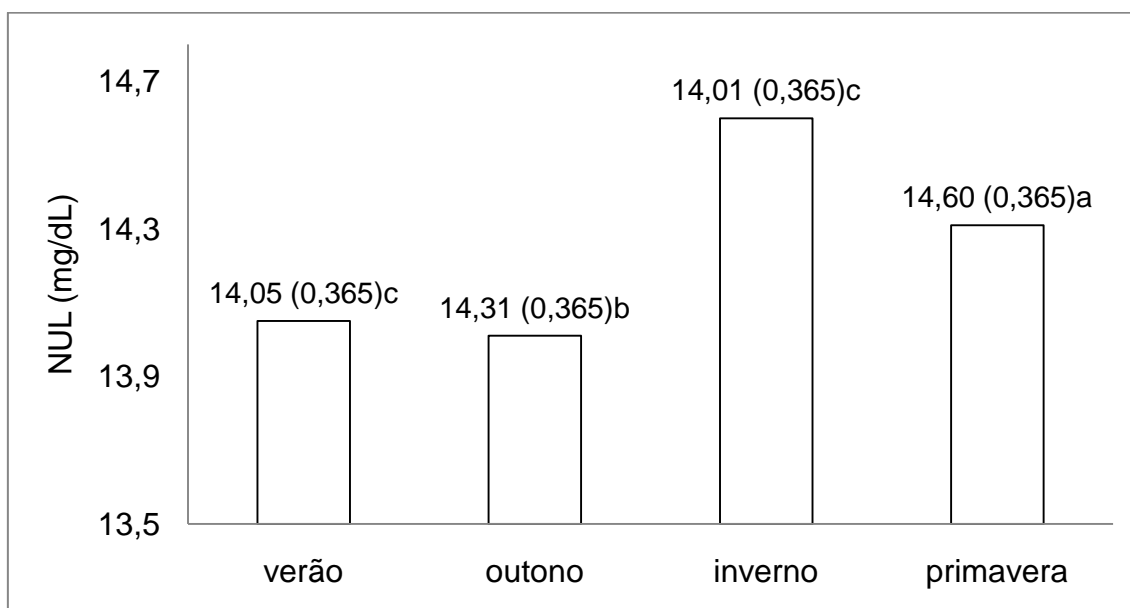
Fonte: Dados do autor

Figura 3.2 Relação entre idade ao parto (meses) e concentração de NUL

Estes maiores valores de NUL para vacas mais jovens no presente estudo podem indicar um excesso de amônia absorvida pelo rúmen em relação à menor produção de leite das vacas primíparas se comparadas às vacas mais velhas, ou seja, uma menor diluição do nitrogênio ureico no leite.

As concentrações de NUL foram mais altas ( $P<0,01$ ) no inverno (16,05 mg/dL), intermediárias na primavera (15,72 mg/dL) e inferiores no outono e no verão (ambas 15,42 mg/dL), como mostra a Figura 3.3. Estes resultados são opostos aos encontrados por CARLSSON et al. (1995), GODDEN et al. (2001), ARUNVIPAS et al. (2002) e RAJALA-SCHULTZ RAJALA-SHULTZ e SAVILLE

(2003), que observaram valores de NUL mais altos nos períodos mais quentes do ano.



a,b,c Médias (com erro-padrão médio nos parênteses) seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,01$ )

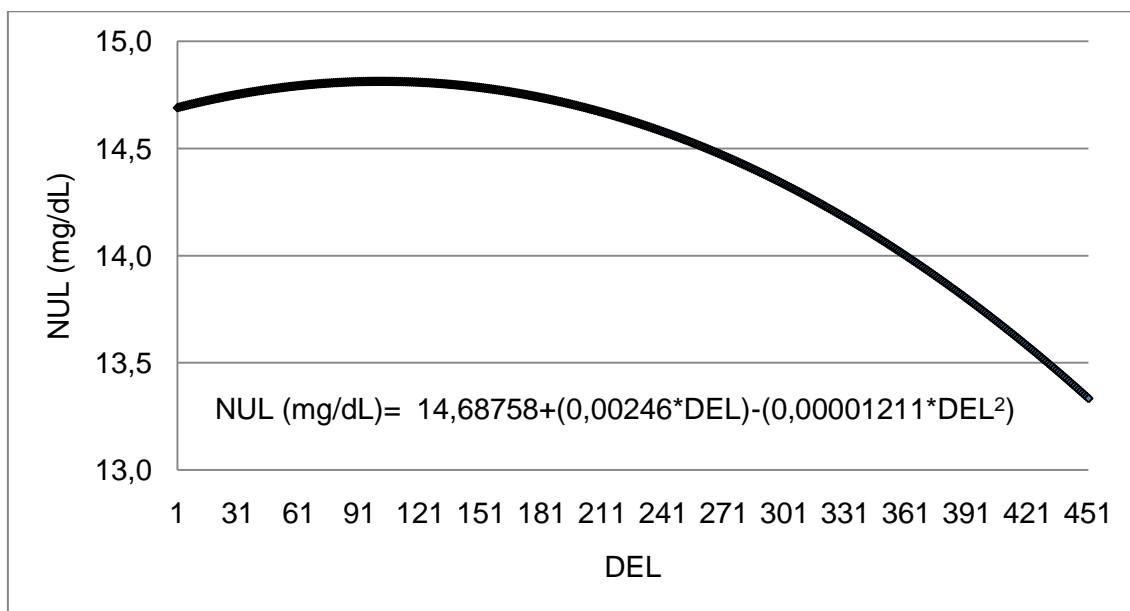
Fonte: Dados do autor

Figura 3.3 Concentração média de NUL (mg/dL) e erro padrão médio (EPM) para as diferentes estações do ano

MOLLER et al. (1993) atribuíram a variação da uréia no leite às variações sazonais na proteína do pasto e nos componentes energéticos. Os pastos de primavera contém alto teor de proteína (superiores a 20%PB) e baixo teor de carboidratos rapidamente fermentáveis do rúmen, criando, assim, uma alta relação proteína:energia, o que pode resultar em elevada concentração de NUL. Concentrações superiores de uréia no leite no inverno no presente estudo são provavelmente devido à maior disponibilidade de forragens de inverno ricas em proteína, típicas do período no sul do Brasil e particularmente na região paranaense dos Campos Gerais, principal origem do banco de dados aqui analisado.

Já a variação nos valores de NUL de acordo com o estágio de lactação é similar ao típico formato da curva de lactação, como pode ser constatado na Figura 3.4, porém o pico de NUL no presente estudo ocorreu aos 102 dias (14,81 mg/dL), enquanto que a produção de leite tem seu pico ao redor dos 45-

60 dias (NRC, 2001). CARLSSON et al. (1995), TREVASKIS e FULKERSON (1999) e RAJALA-SCHULTZ RAJALA-SHULTZ e SAVILLE (2003) observaram tendências similares. O fato do pico de NUL ser observado ao redor do quarto mês de lactação provavelmente é devido à maior ingestão de matéria seca e, conseqüentemente, de proteína bruta nesta fase da lactação.



Fonte: Dados do autor

Figura 3.4 Relação entre dias em leite (DEL) e concentração de NUL

GODDEN et al. (2001a) notaram associação positiva, mas não-linear, entre uréia no leite e DEL e observaram que as concentrações de NUL foram mais baixas nos primeiros 60 dias, aumentando entre 60 e 150 e decrescendo após 150 dias em lactação. Conforme estes autores, diferenças entre ingestão de MS, adaptação microbiana do rúmen e capacidade absorptiva podem ter contribuído para as diferenças na uréia do leite em diferentes estádios da lactação. ARUNVIPAS et al. (2002) relacionaram que o nível de NUL foi mais baixo no primeiro mês de lactação (10,14 mg/dL), como consequência do menor consumo de MS no período, atingiu seu pico aos 4 meses de lactação (11,80 mg/dL), em razão do aumento na ingestão de MS, e decresceu ao fim da lactação (10,56 mg/dL), como resultado do menor consumo de MS e de proteína nesta fase.

Em vacas ordenhadas com maior frequência (3x/dia) observou-se maiores ( $P<0,01$ ) concentrações de NUL (15,00 mg/dL) do que em vacas ordenhadas 2x/dia (13,52 mg/dL). Este efeito provavelmente é causado pela maior ingestão de proteína bruta em vacas de maior produtividade, conforme JONKER et al. (1998).

### **3.4. CONCLUSÕES**

Vacas Holandesas com alta produção de leite e em estágio inicial de lactação tiveram maior teor de NUL em relação às vacas de média e baixa produção. No inverno as concentrações de NUL foram mais altas em relação às outras estações e vacas mais jovens ao parto tiveram altos valores de concentração de nitrogênio ureico no leite em relação às vacas mais velhas. Os resultados sugerem que as concentrações de NUL devem ser avaliadas em associação com os fatores não nutricionais para uma melhor determinação da eficiência de utilização de nitrogênio pelos animais.

### 3.5 REFERÊNCIAS

- ARUNVIPAS, P.; DOHOO, I.; VANLEEUEWEN, J. et al. The effect of non-nutritional factors on milk urea nitrogen levels in Ayrshire dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.85, suppl.1, p.320, 2002.
- ARUNVIPAS, P.; DOHOO, I.R.; VANLEEUEWEN, J.A. et al. The effect of non-nutritional factors on milk urea nitrogen levels in dairy cows in Prince Edward Island, Canada. **Preventive Veterinary Medicine**, v.59, p.83-93, 2003.
- BUTLER, W.R.; CHERNEY, D.J.R.; ELROD, C.C. Milk urea nitrogen: Field trial results on conception rates and dietary inputs. In: THE CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 1995, Ithaca. **Proceedings...** Ithaca: Cornell University Press, 1995. p.89-94.
- CARLSSON, J., BERGSTROM, J. The diurnal variation of urea in cow's milk and how milk fat content, storage and preservation affects analysis by a flow injection technique. **Acta Veterinaria Scandinavica**, v.35(1), p.67-77, 1994.
- CARLSSON, J.; BERGSTROM, J.; PEHRSON, B. Variations with breed, age, season, yield, stage of lactation and herd in the concentration of urea in bulk milk and individual cow's milk. **Acta Veterinaria Scandinavica**, v.36, p.245-254, 1995.
- CHALUPA, W. Discussion of protein symposium. **Journal of Dairy Science**, v.71, p.3470-3481, 1984.
- EICHER, R.; BOUCHARD, E.; TREMBLAY, A. Cow level sampling factors affecting analysis and interpretation of milk urea concentrations in 2 dairy herds. **Canadian Veterinary Journal**, v.40, p.487-492, 1999.
- FERGUSON, J.D.; BLANCHARD, T.; GALLIGAN, D.T. et al. Infertility in dairy cattle fed a high percentage of protein degradable in the rumen. **J. Am. Vet. Med. Assoc.**, v.192, p.659-662, 1988.
- FERGUSON, J.D. [1999]. **Milk Urea Nitrogen**. In: Ferguson, J.D. (Ed.), June 29, 1999, pp. 1-6. Disponível em: <http://cahpwww.nbc.upenn.edu/mun/muninfo.html>. Acesso em 10/05/2010.
- GAINES, W.L. The energy basis of measuring milk yield in dairy cows. **Illinois Agricultural Experiment Station Bulletin 308**, 1928. 40p.
- GODDEN, S.M.; LISSEMORE, K.D.; KELTON, D.F. et al. Factors associated with milk urea concentrations in Ontario dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.84, p.107-114, 2001a.
- GODDEN, S.M.; LISSEMORE, K.D.; KELTON, D.F. et al. Relationships between milk urea concentrations and nutritional management, production,

- and economic variables in Ontario dairy herds. **Journal of Dairy Science**, v.84, p.1128-1139, 2001b.
- GUSTAFSSON, A.H.; CARLSSON, J. Effects of silage quality, protein evaluation systems and milk urea content on milk yield and reproduction in dairy cows. **Livestock Production Science**, v.37, p.91-105, 1993.
- HOFFMANN, V.M.; STEINHOFEL, O. Possibilities and limitations for appraisal of energy and protein supply through monitoring of mil urea level. **Mh. Vet. Med.**, v.45, p. 223–227, 1990.
- JOHNSON, R.G.; YOUNG, A.J. The association between milk urea nitrogen and DHI production variables in Western commercial dairy herds. **Journal of Dairy Science**, v.86, p.3008-3015, 2003.
- JONKER, J.S.; KOHN, R.A. MUN: testing: useful but ambigUOUS. **Hoard's Dairyman**, v.143, n.6, p.252. 1998.
- JONKER, J.S.; KOHN, R.A.; ERDMAN, R.A. Using milk urea nitrogen to predict nitrogen excretion and utilization efficiency in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.81, p.2681-2692, 1998.
- JONKER, J.S.; KOHN, R.A.; ERDMAN, R.A. Milk urea nitrogen target concentrations for lactating dairy cows fed according to National Research Council recommendations. **Journal of Dairy Science**, v.82, p.1261-1273, 1999.
- MAGALHÃES, A.C.M. **Teores de nitrogênio uréico no leite e no plasma de vacas mestiças**. 2003. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- MEYER, P.M.; MACHADO, P.F.; COLDEBELLA, A. et al. Fatores não-nutricionais e concentração de nitrogênio uréico no leite de vacas da raça Holandesa. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.1114-1121, 2006 (supl.).
- MOLLER, S.; MATTHEW, C.; WILSON, G.F. Pasture protein and soluble carbohydrate levels in spring dairy pasture and association with cow performance. **Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production**, v.54, p.83-86, 1993.
- NRC. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7<sup>th</sup> rev. ed. **Natl. Acad. Press**, Washington, DC.
- OLTNER, R.; WIKTORSSON, H. Urea concentrations of milk and blood as influenced by feeding varying amounts of protein and energy to dairy cows. **Livestock Production Science**, v.10, p.457-467, 1983.
- OLTNER, R.; EMANUELSON, M.; WIKTORSSON, H. Urea concentrations in milk in relation to milk yield, live weight, lactation number and amount and

- composition of feed given to dairy cows. **Livestock Production Science**, v.12, p.47-57, 1985.
- PAYNE, J.A.; PAYNE, S. **The metabolic profile test**. New York: Oxford University Press, 1987. 179p.
- RAJALA-SCHULTZ , P.J.; SAVILLE, W.J.A. Sources of variation in milk urea nitrogen in Ohio dairy herds. **Journal of Dairy Science**, v.86, p.1653-1661, 2003.
- ROSELER, D.K.; FERGUSON, J.D.; SNIFFEN, C.J. et al. Dietary protein degradability effects on plasma and milk urea nitrogen and milk nonprotein nitrogen in Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v.76, p.525-534, 1993.
- SAS Institute. **SAS User's Guide**. Version 9.1. Ed. SAS Institute Inc., Cary, NC, 2002.
- TREVASKIS, L.M.; FULKERSON, W.J. The relationship between various animal and management factors and milk urea, and its association with reproductive performance of dairy cows grazing pasture. **Livestock Production Science**, v.57, p.255-265, 1999.
- WATTIAUX, M.A.; NORDHEIM, E.V., CRUMP, P. Statistical evaluation of factors and interactions affecting Dairy Herd Improvement milk urea nitrogen in commercial Midwest dairy herds. **Journal of Dairy Science**, v.88, p.3020-3035, 2005.

#### 4. NITROGÊNIO UREICO NO LEITE E INTERVALO PARTO-CONCEPÇÃO EM VACAS LEITEIRAS DO PARANÁ

##### RESUMO

O objetivo deste estudo foi associar os níveis de nitrogênio ureico no leite (NUL) com a fertilidade de vacas leiteiras no Estado do Paraná. Com este propósito foram analisados 16.569 controles mensais de 2.145 vacas leiteiras oriundas de três grandes rebanhos localizados na região de Castro, Paraná. Foram utilizadas as médias de NUL antes da concepção, obtidas mensalmente em controle leiteiro oficial. A significância dos efeitos fixos e da covariável incluídos no modelo foi determinada pela metodologia de modelos lineares generalizados, assumindo distribuição gama na variável dependente período de serviço (PS). Os animais foram categorizados em quartis baseado nos valores de NUL. As médias gerais para primeiro, médio e máximo NUL antes da concepção foram  $13,85 \pm 3,83$ ,  $15,36 \pm 2,78$  e  $18,10 \pm 3,57$  mg/dL, respectivamente. As correlações entre dias em aberto e o primeiro NUL após o parto ( $r = 0,03$ ), NUL médio ( $r = 0,07$ ) e NUL máximo ( $r = 0,30$ ) foram positivas ( $P < 0,01$ ). Vacas que pariram no outono apresentaram menores ( $P < 0,01$ ) dias em aberto que vacas parindo em outras estações do ano. Vacas primíparas apresentaram menores ( $P < 0,01$ ) intervalos parto-concepção que vacas de duas ou mais lactações. NUL máximo antes da concepção está mais associado com o aumento no intervalo parto-concepção que NUL médio antes da concepção e primeiro NUL após o parto. Valores máximos de NUL antes da concepção superiores a 15,5 mg/dL já parecem ter um impacto negativo na fertilidade de vacas leiteiras.

**palavras-chave:** reprodução, proteína, bovinocultura de leite, período de serviço



#### 4. MILK UREA NITROGEN AND DAYS OPEN OF PARANA DAIRY COWS

##### ABSTRACT

The objective of this study was to associate milk urea nitrogen (MUN) levels with fertility of dairy cows from Parana State. With this purpose, 16,569 test-days from 2,145 dairy cows belonging to three large herds from Castro, Parana State. Monthly MUN values before conception obtained from milk recording program data were used in this analysis. Generalized linear model methodology was adopted to determine the relationship between days open and the fixed effects and the covariable, assuming gamma distribution. Animals were categorized into quartiles based on MUN values. First, average and maximum MUN values before conception were  $13.85 \pm 3.83$ ,  $15.36 \pm 2.78$  and  $18.10 \pm 3.57$  mg/dL, respectively. Correlations between days open and first MUN test after parturition (0.03), average MUN ( $r = 0.07$ ) and between days open and maximum NUL ( $r = 0.30$ ) were positive ( $P < 0.01$ ). Days open from dairy cows calving in the fall were lower ( $P < 0.01$ ) than the remaining seasons. First lactation cows showed lower ( $P < 0.01$ ) days open than older cows. Maximum MUN before conception is more associated with the increase days open length than average MUN before conception. Maximum MUN values before conception greater than 15.5 mg/dL were associated with decreased fertility in lactating dairy cows.

**keywords:** reproduction, protein, dairy cattle, days open

#### 4.1 INTRODUÇÃO

Excesso de proteína na dieta pode afetar negativamente o desempenho reprodutivo de vacas leiteiras (BUTLER et al., 1998; KÖNIG et al., 2008). O excesso de proteína na dieta pode provocar o aumento do pH uterino, modificações nas secreções uterinas e na qualidade embrionária e comprometimento do desenvolvimento embrionário, pois amônia, uréia ou algum outro produto tóxico do metabolismo da proteína podem interceder em um ou mais desses locais e prejudicar a eficiência reprodutiva (BUTLER, 2008). No entanto, outras pesquisas (CARROL et al., 1988; GODDEN et al., 2001) não encontraram associação negativa entre concentração de proteína na dieta e reprodução.

Pesquisas associando nitrogênio ureico no leite (NUL) e fertilidade em vacas leiteiras foram realizadas para verificar a ocorrência ou não de efeitos indesejáveis do excesso de proteína sobre o intervalo entre estros, dias entre o parto e a 1ª cobertura, taxa de concepção e sobrevivência embrionária (RAJALA-SCHULTZ et al., 2001; GODDEN et al., 2001; JONKER et al., 2002, GUO et al., 2004, HOJMAN et al., 2004).

O NUL apresenta boa correlação com a concentração de nitrogênio ureico no plasma (NUP) e no sangue (NUS) (ROSELER et al., 1993). As amostras para a determinação do NUL são coletadas de forma não-invasiva e direta, por meio de amostragens de leite durante as ordenhas, representando, portanto, um indicador simples, rápido e barato para monitorar o balanço entre aporte ruminal de nitrogênio e matéria orgânica fermentável em vacas leiteiras (ROSELER et al., 1993; BUTLER et al., 1995; GODDEN et al., 2001).

BUTLER et al. (1996) concluíram que concentrações de NUL acima de 19 mg/dL estão associadas com reduções de aproximadamente 20% na taxa de concepção de vacas leiteiras. Mais recentemente, RAJALA-SCHULTZ et al. (2001) sugeriram que limites ainda menores de NUL, acima de 15,4 mg/dL, foram negativamente relacionados com a fertilidade em vacas leiteiras. De maneira oposta, GODDEN et al. (2001) relataram um similar desempenho reprodutivo das vacas mesmo em uma grande amplitude de concentrações de NUL, em Ontário no Canadá.

O objetivo deste estudo foi avaliar o relacionamento entre o teor de NUL antes da concepção e o intervalo entre o parto e a concepção de vacas leiteiras no estado do Paraná.

#### **4.2. MATERIAL E MÉTODOS**

Foram analisados 16.579 controles leiteiros mensais, totalizando 3.926 lactações de 2.145 vacas leiteiras da raça Holandesa oriundas de três rebanhos localizados na região de Castro, Paraná, no período de janeiro de 2007 até outubro de 2010.

Na edição do banco de dados, foram excluídos os controles leiteiros mensais de animais sem data do parto, com idade ao parto inferior a 18 meses ou superior a 150 meses, controles mensais de vacas com dias em leite (DEL) superior a 730 dias e dados com intervalo parto-concepção superior a 365 dias. Ainda foram desconsiderados os controles sem dados de produção, produções inferiores a 1 litro/ dia, porcentagem de gordura menor que 1% e maior que 9%, ou ainda controles com valores de NUL menores que 1 ou maiores que 50 mg/dL. Para obtenção dos valores de NUL antes da concepção, que foram utilizados para avaliar a reprodução de cada vaca, foram descartados todos os controles mensais posteriores a data de cobertura. Conforme já discutido por GODDEN et al. (2001) em pesquisas que tentam associar o NUL com a fertilidade, as escolhas da melhor variável de NUL e do parâmetro reprodutivo mais indicado são críticos.

O equipamento utilizado para a determinação do NUL é o ChemSpec150 da Bentley Instruments<sup>®</sup>, (com sede localizada na cidade de Chaska, em Minnessota, EUA), do Laboratório Centralizado de Análise de Leite do PARLPR, localizado em Curitiba, PR. Este equipamento automatizado analisa por metodologia enzimática e espectrofotometria de trans-reflectância o NUL.

Três estimativas de NUL pós-parto foram testadas: o primeiro NUL pós-parto, a média dos valores de NUL antes da concepção e o NUL máximo antes da concepção. Estas três estimativas de NUL foram correlacionadas com o intervalo parto-concepção e a variável de NUL de maior correlação (NUL máximo) foi incluída no modelo estatístico. As vacas foram então categorizadas dentro de 4 quartis, (RAJALA-SCHULTZ et al., 2001) conforme os valores de NUL máximo antes da concepção em Q1 (< 15,5 mg/dL – 857 vacas); Q2 (≥

15,5 e < 18 mg/dL – 1.074 vacas); Q3 ( $\geq 18$  e < 20,5 mg/dL – 1.066 vacas) e Q4 ( $\geq 20,5$  mg/dL – 929 vacas). Para ordem de lactação, vacas com 3 ou mais lactações foram agrupadas numa mesma categoria. As estações de parto foram definidas como Verão (dez, jan e fev), Outono (mar, abr e maio), Inverno (jun, jul e ago) e Primavera (set, out e nov).

A análise descritiva dos dados foi realizada para rebanho, ordem de lactação, estação do parto e quartis máximo de NUL através do procedimento FREQ do SAS (2002). Correlações simples de Pearson entre intervalo parto-concepção e produção de leite, produção máxima de leite, primeiro NUL pós-parto, NUL médio e NUL máximo foram estimadas pelo procedimento CORR do SAS (2002). Os efeitos lineares de primeiro NUL pós-parto, NUL médio e máximo na variável dependente intervalo parto-concepção foram estimados pelo procedimento REG do SAS (2002).

Após verificação que a variável intervalo parto-concepção não possuía distribuição normal, modelos lineares generalizados foram testados e aquele de distribuição gama foi escolhido. A significância dos efeitos fixos de rebanho, ordem de lactação, estação do parto, quartil das concentrações máximas de NUL antes da concepção e da covariável pico de produção de leite foram estimadas pelo procedimento GENMOD do SAS (2002).

### 4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A descrição dos valores médios encontrados nas análises do banco de dados é apresentada na Tabela 1. A média geral para concentrações de NUL pós-parto, médio e máximo antes da concepção foram  $13,85 \pm 3,83$ ,  $15,36 \pm 2,78$  e  $18,10 \pm 3,57$  mg/dL respectivamente, sendo o valor médio de NUL inferior aos encontrados por JONKER et al. (1998), RAJALA-SCHULTZ et al. (2001) e MITCHELL et al. (2005).

O efeito do elevado consumo de proteína sobre o desempenho reprodutivo de vacas em lactação é um assunto controverso, que pode (LARSON et al., 1997; RAJALA-SCHULTZ et al., 2001; JONKER et al., 2002; GUO et al., 2004) ou não (HOWARD et al., 1987; CARROL et al., 1988; GODDEN et al., 2001) afetar a fertilidade de vacas leiteiras.

BUTLER (1998) estudando a influência da proteína na reprodução de vacas leiteiras, concluiu que níveis de NUL acima de 19 mg/dL afetam

negativamente a fertilidade, tanto por alteração do pH uterino como por efeitos da progesterona no ambiente uterino e nas condições para o bom desenvolvimento do embrião, já que as concentrações de progesterona no plasma são reduzidas em elevados consumos de proteína degradável no rúmen. LARSON et al. (1997) estudando a redução da fertilidade em 228 vacas em lactação, encontraram que baixos níveis de progesterona após o parto estavam freqüentemente associados a altas concentrações de NUL (acima de 21 mg/dL). Já FERGUNSON et al. (1993) e RAJALA-SCHULTZ et al. (2001), relataram que valores de NUL acima de 14,9 e 15,4 mg/dL respectivamente, diminuía as probabilidades de detecção de prenhez nos rebanhos. GUSTAFSSON Ee CARLSSON (1993) encontraram uma deficiência nos parâmetros reprodutivos com níveis de NUL acima de 15 mg/dL.

Tabela 1 – Análise descritiva das variáveis estudadas

Variável	Média ± DP
Parto-concepção (dias)	154,40 ± 77,57
Idade (meses)	44,87 ± 21,19
DEL <sup>1</sup>	84,71 ± 48,57
Produção de leite (kg/dia)	43,32 ± 8,61
Produção de leite máxima (kg/dia)	48,62 ± 9,73
Gordura (%)	3,20 ± 0,50
Proteína (%)	2,90 ± 0,21
Lactose (%)	4,65 ± 0,19
Sólidos Totais (%)	11,68 ± 0,68
NUL médio (mg/dL) <sup>2</sup>	15,36 ± 2,78
NUL máximo (mg/dL) <sup>2</sup>	18,10 ± 3,57
NUL pós-parto (mg/dL) <sup>2</sup>	13,85 ± 3,83

<sup>1</sup>Dias em leite, <sup>2</sup>Nitrogênio ureico no leite

Fonte: Dados do autor

Em contraste a estes resultados, GODDEN et al. (2001) concluíram que um bom desempenho reprodutivo pode ser atingido mesmo em uma grande amplitude de concentrações de NUL. CARROLL et al. (1988) também não encontraram prejuízo na taxa de concepção mesmo em níveis de NUL altos.

Os animais apresentaram produção média diária de leite e produção máxima diária de leite superiores às médias encontradas por RAJALA-SCHULTZ et al. (2001), GUO et al. (2004), MITCHELL et al. (2005) e KÖNIG et al. (2008). Ressalta-se que as vacas incluídas neste banco de dados são provenientes de rebanhos altamente tecnificados, com vacas mantidas em confinamento do tipo *free-stall*, ordenhadas 3x ao dia e com uso frequente de somatotropina bovina.

Existe uma discussão quanto a influência da produção de leite na fertilidade das vacas, pois muitos estudos apontam uma associação negativa enquanto alguns têm ou não encontrado uma associação positiva. DHALIWAL et al. (1996) reportaram que vacas de alta produção tem um desempenho reprodutivo menor do que vacas de baixa produção. GUO et al. (2004) estudando vacas na Pensilvânia, Estados Unidos, concluíram que vacas de alta produção tinham uma probabilidade de concepção reduzida quando comparadas as de baixa produção, contrariando os resultados encontrados por RAJALA-SCHULTZ et al. (2001), que associaram positivamente altas produções de leite com fertilidade. SPICER et al. (1990) relataram em seu trabalho que durante o início da lactação, a ingestão de energia pelas vacas é limitada, não atendendo suas exigências para as altas demandas da produção de leite. Devido a isso, ocorre mobilização de gordura corporal e as vacas de alta produção entram em balanço energético negativo (BEN), o qual influencia na redução da secreção de progesterona, que acaba afetando as taxas reprodutivas.

Para o intervalo parto-concepção a média encontrada foi superior as encontradas por RAJALA-SCHULTZ et al. (2001) e MITCHELL et al. (2005) e inferior a reportado por GUO et al. (2004). Ressalta-se que a média geral de intervalo parto-concepção nestes rebanhos era originalmente ainda maior, mas foi diminuída com a restrição imposta na edição dos dados, de excluir controles mensais com intervalo parto-concepção superiores a 365 dias.

As correlações lineares entre intervalo parto-concepção e primeiro NUL pós-parto ( $r = 0,03$ ), NUL médio ( $r = 0,07$ ) e NUL máximo antes da concepção ( $r = 0,30$ ) foram positivas, mas de pequena magnitude. Estes resultados são coerentes com os encontrados por MITCHEL et al. (2005) e confirmam que altas concentrações de uréia no leite estão moderadamente associadas com aumento no intervalo parto-concepção. VALLIMONT et al. (2003) encontraram que tanto valores altos como baixos de NUL no período de 30 dias antes da inseminação artificial diminuía as taxas de concepção das vacas. GUO et al. (2004) associaram altas concentrações de NUL com menor fertilidade em vacas leiteiras norte-americanas.

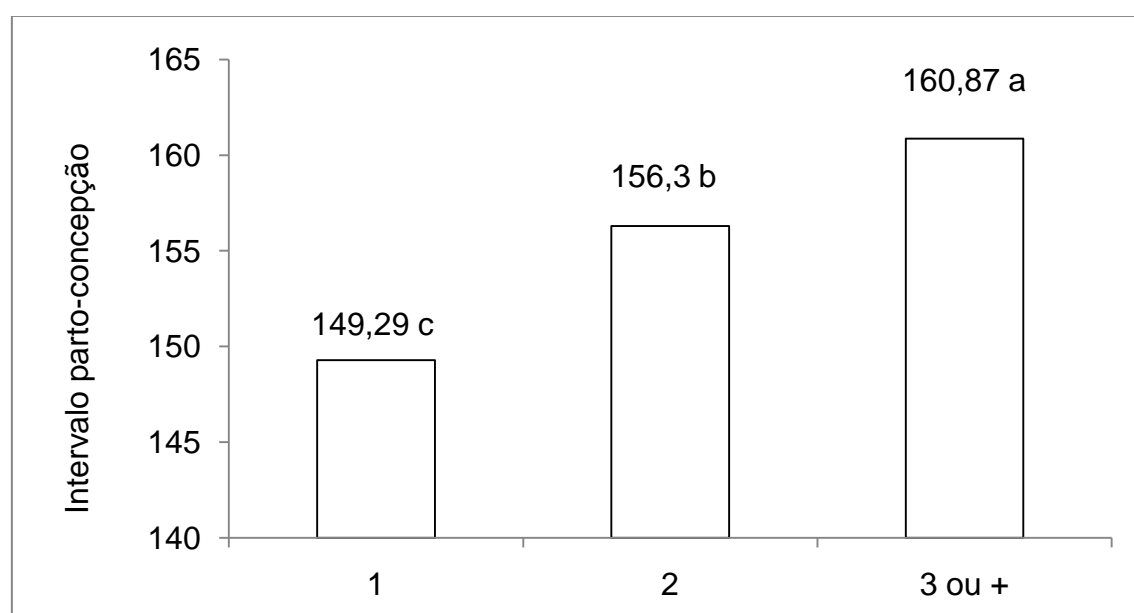
A correlação linear entre intervalo parto-concepção e pico de produção de leite foi menor e positiva ( $r = 0,16$ ), semelhante ao reportado por KÖNIG et al. (2008), o que demonstra que vacas de maiores produções de leite têm menores chances de prenhez, aumentando o intervalo parto-concepção dos animais.

O efeito fixo de rebanho foi significativo ( $P < 0,01$ ) em concordância com o trabalho de RAJALA-SCHULTZ et al. (2001), os quais justificaram que diferentes fatores de manejo, principalmente estratégias reprodutivas (inseminação artificial x monta natural) e regimes alimentares empregados nos rebanhos podem influenciar a reprodução das vacas.

O efeito do número de lactações no intervalo parto-concepção também foi significativo ( $P < 0,01$ ) e animais de primeiro parto ( $149,29 \pm 1,02$  dias) apresentaram um menor período de serviço do que os animais de segunda ( $156,30 \pm 1,01$  dias) e terceira ou mais lactações ( $160,87 \pm 1,01$  dias), os quais não apresentaram médias distintas entre si ( $P > 0,05$ ) como mostra a Figura 4.1. Estes resultados são semelhantes aos encontrados por RAJALA-SCHULTZ et al. (2001) e contrários aos resultados de GUO et al. (2004) que encontraram taxas de concepção menores em vacas de primeira lactação.

Estudos que compararam vacas lactantes a novilhas (WOLFENSON et al., 2004) descreveram menores concentrações circulantes de progesterona nas vacas lactantes, provavelmente devido ao maior metabolismo deste esteróide nessa categoria animal. Em pesquisa avaliando a associação entre níveis de produção de leite e comportamento de estro em vacas Holandesas, LOPEZ et al. (2004) observaram menor duração (6,2 vs 10,9 horas) e

intensidade (6,3 vs 8,8 aceites de monta) de estro nas vacas de maior produção (>39,5 kg/dia) comparadas às de menor produção (<39,5 kg/dia) de leite. Essas diferenças de comportamento estral entre categorias distintas de animais, dentro da mesma raça, parecem estar relacionadas aos menores níveis circulantes de estrógenos em vacas lactantes comparadas às novilhas (SARTORI et al., 2004) e menores concentrações de estrógenos em vacas de maior produção de leite comparado a vacas de menor produtividade, como demonstrado por LOPEZ et al. (2004).



a,b,c médias ajustadas seguidas por letras diferentes diferem a 5% no teste Chi-quadrado

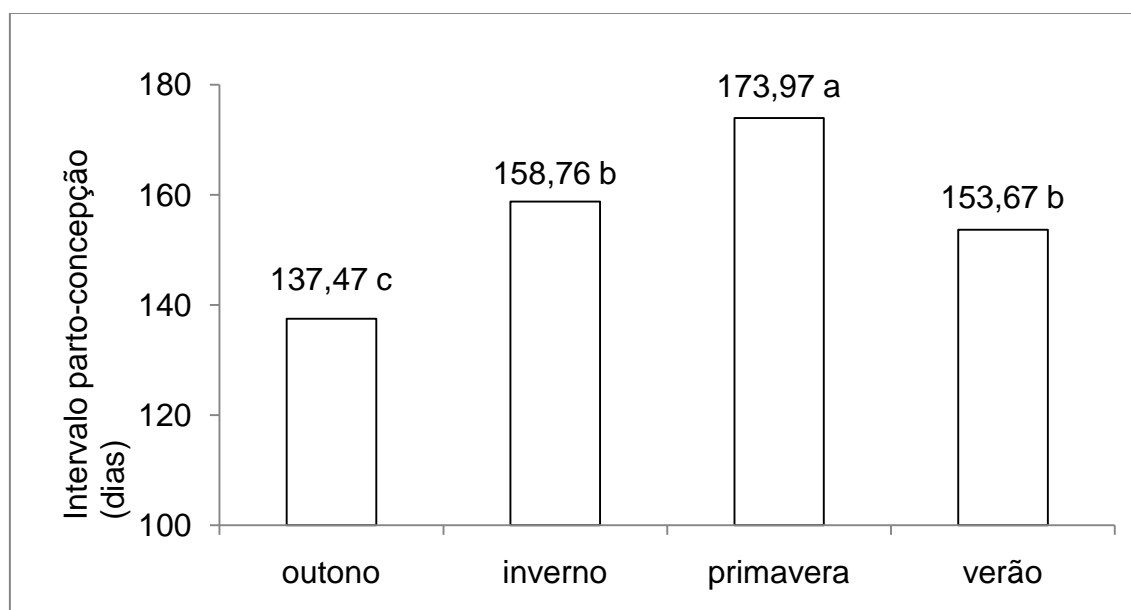
Fonte: Dados do autor

Figura 4.1 - Efeito de ordem de lactação na variável dependente intervalo parto concepção

O efeito de estação do parto sobre o intervalo parto-concepção também foi importante fonte de variação ( $P < 0,01$ ), conforme Figura 4.2, com médias de  $137,47 \pm 1,01$ ,  $158,76 \pm 1,02$ ,  $173,97 \pm 1,02$  e  $153,67 \pm 1,02$  dias para as estações outono, inverno, primavera e verão, respectivamente. Estes resultados contrastam com os encontrados por RAJALA-SCHULTZ et al. (2001), que encontraram menores riscos de concepção nas vacas no verão e melhores taxas de fertilidade nas vacas que pariram na primavera. GUO et al. (2004) obtiveram resultados semelhantes, com taxas de concepção maiores no inverno e na primavera e menores no outono e verão.



No presente estudo, o menor intervalo parto-concepção ocorrido durante o outono deve-se a uma estratégia de manejo reprodutivo adotada pelos produtores paranaenses, que preferem concentrar os partos durante as estações mais amenas do ano, coincidindo com a disponibilidade de forragens de inverno, ricas em proteína, o que promovem maiores produções de leite pelas vacas. Além disso, historicamente, a remuneração por litro de leite ao produtor é maior no inverno, por conta da escassez de leite em outras regiões produtoras.



a,b,c médias ajustadas seguidas por letras diferentes diferem a 5% no teste Chi-quadrado

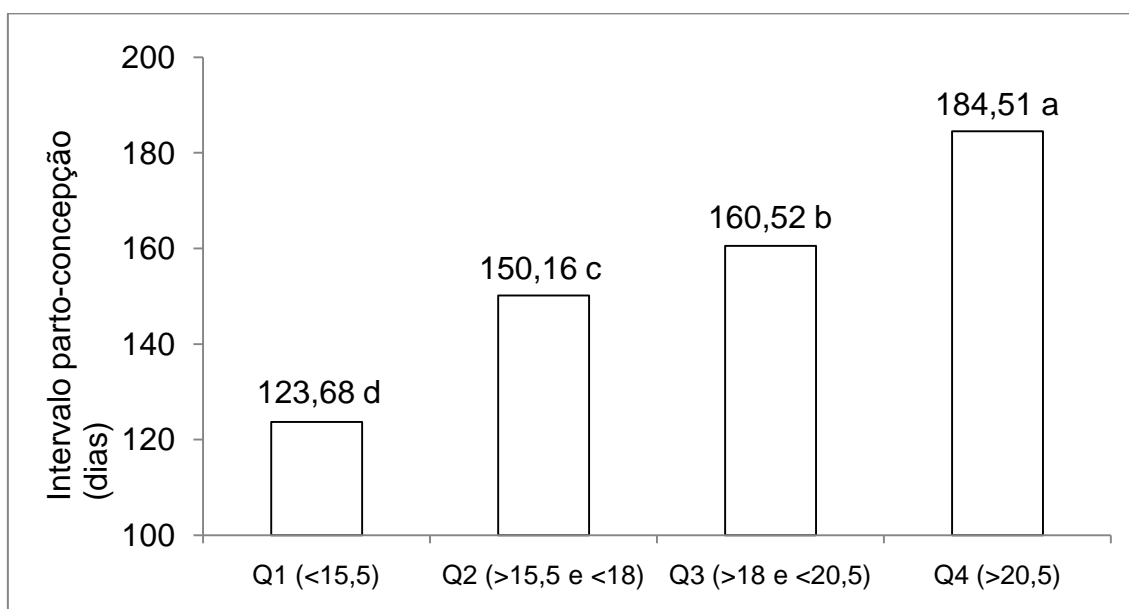
Fonte: Dados do autor

Figura 4.2 - Efeito de estação do parto na variável dependente intervalo parto-concepção

Baseado no trabalho de RAJALA-SCHULTZ et al. (2001) lactações foram categorizadas em quatro grupos conforme o NUL. O efeito do quartil de NUL médio antes da concepção foi significativo ( $P < 0,01$ ), sendo que o Q2 ( $163,14 \pm 1,02$  dias) e Q3 ( $158,70 \pm 1,02$  dias) apresentaram médias ajustadas mais altas ( $P < 0,01$ ) que o Q1 ( $150,73 \pm 1,02$  dias) e Q4 ( $149,50 \pm 1,02$  dias), mas não diferindo ( $P > 0,05$ ) entre si. Pela ausência de uma relação crescente entre NUL e intervalo parto-concepção, percebe-se que não houve uma relação clara entre NUL médio antes da concepção e a variável estudada, já que esperavam-

se valores crescentes de intervalo parto-concepção na medida em que a categoria de NUL médio aumentasse, e os resultados indicam maiores valores de intervalo parto-concepção para os quartis Q2 e Q3.

Assim o efeito fixo de quartil de NUL médio antes da concepção foi substituído pelo quartil de NUL máximo antes da concepção, e os valores obtidos para período de serviço foram: Q1 ( $123,68 \pm 1,02$  dias), Q2 ( $150,16 \pm 1,01$  dias), Q3 ( $160,52 \pm 1,01$  dias) e Q4 ( $184,51 \pm 1,02$  dias). Todos os contrastes entre quartis de NUL foram significativos ( $P < 0,01$ ), e observa-se uma nítida associação entre NUL máximo antes da concepção e intervalo parto-concepção, como observado na Figura 4.3.



a,b,c médias ajustadas seguidas por letras diferentes diferem a 5% no teste Chi-quadrado

Fonte: Dados do autor

Figura 4.3 - Efeito de quartil NUL máximo antes da concepção na variável dependente intervalo parto-concepção

RAJALA-SCHULTZ et al. (2001) estudando a associação entre NUL e fertilidade em 1249 vacas leiteiras em Ohio, também utilizaram a categorização em quartis para níveis de uréia no leite, e concluíram que vacas com concentrações de NUL maiores que 15,4 mg/dL apresentaram menores taxas de prenhez do que vacas com concentrações menores que 15,4 mg/dL. Também relataram que vacas com NUL inferior a 10 mg/dL antes da

concepção tiveram 2,4 vezes mais chances de engravidar do que vacas com níveis superiores a 15,4 mg/dL. HOJMAM et al. (2004) também categorizaram as vacas em quartis e verificaram que vacas com NUL menor que 11,75 mg/dL foram 1,4 vezes mais prováveis de iniciar uma gestação do que vacas com NUL entre 11,75 e 14,09 mg/dL.

No presente artigo foram utilizadas as médias de controles mensais de NUL do início da lactação até a concepção para retratar a condição nutricional da vaca em termos de proteína, no período que antecedeu a confirmação de prenhez, uma vez que o excesso de proteína afeta fertilidade das vacas. Ainda no presente trabalho, valores de NUL máximo superiores a 15,5 mg/dL já se mostraram suficientemente altos para impactar negativamente a fertilidade de vacas leiteiras.

O efeito da covariável pico de produção de leite alcançou significância ( $P < 0,01$ ) confirmando que vacas de maior produção apresentam maiores intervalos parto-concepção.

#### **4.4. CONCLUSÕES**

As concentrações máximas de NUL antes da concepção estão mais associadas com o aumento do intervalo parto-concepção do que os valores do primeiro NUL pós-parto e as concentrações médias de NUL antes da concepção. Vários efeitos parecem afetar período de serviço, com destaque aos efeitos de estação do parto (menores períodos de serviço no outono e maiores na primavera) e ordem de lactação (menor período de serviço para primíparas). Valores máximos de NUL antes da concepção superiores a 15,5 mg/dL já parecem ter um impacto negativo na fertilidade de vacas leiteiras.

#### 4.5 REFERÊNCIAS

- BUTLER, W.R.; CHERNEY, D.J.R.; ELROD, C.C. Milk urea nitrogen: Field trial results on conception rates and dietary inputs. In: THE CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURES, 1995, Ithaca. **Proceedings...** Ithaca: Cornell University Press, 1995. p.89-94.
- BUTLER, W.R., CALAMAN, J.J., BEAM, S.W. Plasma and milk urea nitrogen in relation to pregnancy rate in lactating dairy cattle. **Journal of Animal Science**, v. 74, p. 858-865, 1996.
- BUTLER, W. R. Effect of protein nutrition on ovarian and uterine physiology in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.81, p.2533-2539, 1998.
- BUTLER, W.R. Proteína da dieta, balanço energético negativo e fertilidade em vacas leiteiras. Palestra publicada nos Anais do XII Curso Novos Enfoques na Produção e Reprodução de Bovinos. Uberlândia, MG, 06 e 07 de março de 2008, p. 49-54.
- CARROL, D.J., BARTON, B.A., ANDERSON, G.W., et al.. Influence of protein intake and feeding strategy on reproductive performance of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 71, p. 3470-3481, 1998.
- DHALIWAL, G.S., MURAY, R.D., DOBSON, H. Effects of milk yield and calving to first service interval in determining herd fertility in dairy cows. **Animal Reproduction Science**. v.41, p.109-117, 1996.
- FERGUNSON, J.D., GALLIGAN, D.T., BLANCHARD, T. et al. Serum urea nitrogen and conception rate: The usefulness of test information. **Journal of Dairy Science**, v.76, p.3742-3746, 1993.
- GODDEN, S. M., KELTON, D.F., LISSEMORE, K.D. et al. Milk urea testing as a tool to monitor reproductive performance in Ontario dairy herds. **Journal of Dairy Science**, v. 84, p. 1397-1406, 2001.
- GODDEN, S.M.; LISSEMORE, K.D.; KELTON, D.F. et al. Factors associated with milk urea concentrations in Ontario dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.84, p.107-114, 2001a.
- GUO, K., RUSSEK-COHEN, E., VARNER, M.A. et al. Effects of milk urea and other factors on probability of conception of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.87, p.1878-1885, 2004.
- GUSTAFSSON, A.H.; CARLSSON, J. Effects of silage quality, protein evaluation systems and milk urea content on milk yield and reproduction in dairy cows. **Livestock Production Science**, v.37, p.91-105, 1993.
- HOJMAN, D., KROLL, O., ADIN, G. et al. Relationships between milk urea and production, nutrition, and fertility traits in Israeli dairy herds, v.87, p. 1001-1011, 2004.

- HOWARD, H.J., AALSETH, E.P., ADAMS, G.D., et al. Influence of dietary protein on reproductive performance of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 70, p. 1563-1571, 1987.
- JONKER, J.S.; KOHN, R.A.; ERDMAN, R.A. Using milk urea nitrogen to predict nitrogen excretion and utilization efficiency in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.81, p.2681-2692, 1998.
- JONKER, J.S.; KOHN, R.A.; HIGH, J. Dairy herd management practices that impact nitrogen utilization efficiency. **Journal of Dairy Science**, v.85, p.1218-1226, 2002.
- KÖNIG, S., CHANG, Y.M., BORSTEL, U.U. et al. Genetic and phenotypic relationships among milk urea nitrogen, fertility, and milk yield in Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v. 91, p. 4372-4382, 2008.
- LARSON, S.F., BUTLER, W.R., CURRIE, W.B. Reduced fertility associated with low progesterone postbreeding and increase milk urea nitrogen in lactating cows. **Journal of Dairy Science**, v. 80, p. 1288-1295, 1997.
- LOPEZ, H., CARAVIELLO, D.Z., SATTER, L.D. et al. Relationship between level of milk production and multiple ovulations in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.88, p.2783-2793, 2005.
- MITCHELL, R.G., ROGERS, G.W., DECHOW, C.D. et al. Milk urea nitrogen concentration: Heritability and genetic correlations with reproductive performance and disease. **Journal of Dairy Science**, v.88, p.4434-4440, 2005.
- RAJALA-SCHULTZ, P.J.; SAVILLE, W.J.A.; FRAZER, G.S. et al. Association between milk urea nitrogen and fertility of Ohio dairy cows. **Journal of Dairy Science**, vol.84, p.482-489, 2001.
- ROSELER, D.K.; FERGUSON, J.D.; SNIFFEN, C.J. et al. Dietary protein degradability effects on plasma and milk urea nitrogen and milk nonprotein nitrogen in Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v.76, p.525-534, 1993.
- SARTORI, R., HAUGHIAN, J.M., SHAVER, R.D. et al. Comparison of ovarian function and circulating steroids in estrous cycles of Holstein heifers and lactating cows. **Journal of Dairy Science**, v.87, p.905-920, 2004a.
- SAS Institute. **SAS User's Guide**. Version 9.1. Ed. SAS Institute Inc., Cary, NC, 2002.
- SPICER, L.J., TUCKER, W.B., ADAMS, G.D. Insulin-like growth factor-I in dairy cows: Relationship among energy balance, body condition, ovarian activity, and estrous behavior. **Journal of Dairy Science**, v.73, p.929-937, 1990.

VALLIMONT, J.E., ROGERS, G.W., HOLDEN, L.A. et al. Milk urea nitrogen and fertility: A population study using test-day records. **Journal of Dairy Science**, v. 81 (Suppl. 1), p.239, 2003.

WOLFENSON, D., INBAR, G., ROTH, Z. et al. Follicular dynamics and concentrations of steroids and gonadotropins in lactating cows and nulliparous heifers. **Theriogenology**, v.62, p.1042-1055, 2004

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização dos valores das concentrações de nitrogênio uréico no leite (NUL), coletadas e medidas mensalmente em um rebanho leiteiro para monitorar e ajustar o balanço energético-protéico das rações para vacas leiteiras pode proporcionar uma oportunidade de reduzir os custos com a alimentação destes, que giram em torno de 70% dos custos de produção de uma atividade pecuária leiteira e melhorar a rentabilidade do rebanho, e conseqüentemente do produtor.

As médias das concentrações de NUL encontradas no presente estudo são relativamente altas quando comparadas com o valor ideal de NUL, (8 mg/dL) e podem ser reduzidas adequando-se a nutrição destes animais em relação ao balanço proteína:energia das dietas utilizadas, desde que se considere os fatores não-nutricionais conjuntamente.

O NUL é uma importante ferramenta para os nutricionistas animais e seus valores devem ser utilizados como auxílio a formulações de dietas “ideais” para as vacas leiteiras. Além de contribuir para uma redução dos custos com a alimentação, as concentrações de NUL também servem para reduzir as excreções de nitrogênio no ambiente, diminuindo os impactos negativos sobre este.

A fertilidade nas vacas é menor frente às altas concentrações de NUL encontradas nesta pesquisa, principalmente em relação aos valores máximos de NUL no pós-parto, diminuindo as chances de prenhez das mesmas, o que acarretou no aumento do intervalo parto-concepção das vacas. Uma possível alternativa para redução deste intervalo é controle sobre as dietas dos animais.